

# **Rekayasa Desain Buka-an Atap dan Dinding Untuk Meningkatkan Performa Termal Bangunan (Studi Kasus: Pendopo Agung Taman Krida Budaya Malang, Jawa Timur)**

**Agita Rahmawati<sup>1</sup>, Jusuf Thojib<sup>2</sup>, Wasiska Iyati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

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

Alamat email penulis: raagita@gmail.com

## **ABSTRAK**

Salah satu perwujudan arsitektur Jawa adalah kompleks Taman Krida Budaya Malang. Pendopo Agung Taman Krida Budaya adalah ruang serbaguna yang mewadahi berbagai tingkat aktivitas yang membutuhkan kenyamanan termal. Salah satu upaya untuk mencapai kenyamanan termal adalah dengan mempertimbangkan bentuk atap yang digunakan karena atap adalah elemen bangunan yang permukaannya terpapar sinar matahari langsung. Salah satu ciri atap joglo adalah terdiri dari kombinasi dua bidang segitiga dan trapesium serta menggunakan bukaan/celah pada atap berupa kisi atau jalousi untuk mengalirkan udara panas pada bagian bawah atap (*stack effect*). Sedangkan pada pendopo agung belum menerapkannya sehingga temperatur dalam ruangan masih cenderung tinggi (27°C-31°C). Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan simulasi *software* Autodesk Ecotect Analysis 2011 untuk mengetahui performa termal bangunan melalui rekayasa desain bukaan atap dan dinding pada pendopo agung Taman Krida Budaya Malang. Rekomendasi desain yang dipilih berdasarkan kemampuan menurunkan temperatur dari kondisi eksisting dengan mengacu pada SNI 03-6572-2001. Sedangkan hasil dari penelitian ini berupa output dari simulasi Ecotect yaitu grafik temperatur selama 24 jam sebagai acuan penentuan kesimpulan.

Kata kunci: kenyamanan termal, bukaan, ruang serbaguna

## **ABSTRACT**

*One of Javanese architecture form is Krida Budaya Park Malang zone. The grand pavilion of Krida Budaya is a multipurpose space that accommodate various levels of activities that requiring thermal comfort. One of the treatment that used for achieving the thermal comfort is to consider the roof shape because roof is building element whose surfase is exposed to direct sunlight. One of Joglo roof characteristic is formed by the combination of two triangular and trapezodal and used the aperture/slit on the roof as a lattice or jalousi to circulate the hot air under the roof (stack effect). Beside the grand pavilion has not implementing those treatment so that the temperature in the room still high (27°C-31°C). The method used is experimental simulation software with Autodesk Ecotect Analysis 2011 to determine the thermal performance of buildings through engineering design of roof and wall aperture in the grand pavilion of Krida Budaya Malang. The selected design recommendations based on the ability to decrease the temperature of existing conditions based on SNI 03-6572-2001. Beside, the result of this research is an ecotect simulation output that is a 24 hours temperature graphic as a basic to make the conclusion.*

*Keywords: thermal comfort, aperture, multipurpose space*

## 1. Pendahuluan

Arsitektur tradisional merupakan warisan budaya yang dimiliki oleh Indonesia. Arsitektur tradisional hadir dengan mempertimbangkan kondisi alam dimana tempatnya berasal yang didukung oleh nilai-nilai tradisi dan budaya yang tumbuh di masyarakat. Oleh karena itu bangunan-bangunan di Indonesia mempunyai kemiripan bentuk satu dengan yang lainnya sebagai upaya untuk merespon kondisi iklim. Kemiripan bentuk tersebut terlihat dari bentuk atap yang bervolume besar serta memiliki sudut kemiringan yang curam untuk menanggulangi curah hujan yang tinggi maupun mereduksi panas dalam bangunan. Salah satu objek arsitektur tradisional adalah rumah adat. Taman Krida Budaya merupakan sebuah perwujudan bangunan arsitektur Jawa, yaitu Joglo yang diterapkan pada massa utama berupa pendopo agung, berfungsi sebagai ruang serbaguna yang mewadahi berbagai tingkat aktivitas sehingga dibutuhkan kenyamanan ruang yang salah satunya ditentukan oleh kondisi lingkungan termal yang terdapat pada ruang tersebut.

Pada kondisi eksisting Taman Krida Budaya Malang, tidak terdapat dinding masiv pada sekelilingnya, melainkan berupa partisi kayu menggunakan sistem lipat. Bukaannya/ventilasi hanya terdapat pada celah bawah atap dan celah antara partisi dan lantai. Sedangkan pada atapnya sendiri terdiri dari dua tingkatan dan tidak mempunyai bukaan/ventilasi atap. Sistem lipat pada partisi kayu kurang fleksibel karena hanya bisa membuka dan menutup setengah atau seluruhnya tidak dapat disesuaikan arah hadapnya. Sedangkan pada kenyataannya, ketika digunakan untuk acara dengan masa banyak seperti resepsi pernikahan atau penyuluhan masih sering menggunakan tambahan peralatan mekanik untuk membantu mendinginkan ruang padahal partisi dalam keadaan terbuka dan dibatasi dengan kain karena dirasa bukaan/ventilasi tidak bekerja dengan maksimal. Oleh karena itu, diperlukan penambahan bukaan melalui rekayasa desain bukaan atap dan dinding untuk meningkatkan performa termal bangunan. Sedangkan untuk pemilihan jenis bukaan (ventilasi) atap berdasarkan pada ketentuan rumah joglo, yaitu untuk mendinginkan ruangan menggunakan atap bertingkat dan pada sela-sela tingkatannya ditambahkan kisi-kisi atau krepyak yang berfungsi sebagai bukaan (ventilasi) atap (Prijomoto, 2004).

## 2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Pada penelitian ini dibagi menjadi 3 (tiga) tahap, yaitu pengumpulan data, evaluasi, dan simulasi. Pengumpulan data meliputi data primer yang diperoleh melalui pengukuran langsung kondisi temperatur, kelembaban, serta kecepatan angin di dalam dan di luar ruang. Pengukuran dilakukan pada tanggal 20-22 April 2016 dengan 3 (tiga) kondisi partisi, yaitu tertutup 100%, terbuka 50%, dan terbuka 100% untuk mengetahui seberapa besar perbedaan temperaturnya. Pengukuran dilakukan pada setiap 10,00 m x 10,00 m terdapat 9 (sembilan) titik ukur pada 3 (tiga) waktu, yaitu 08.00-09.00 WIB (pagi), 11.00-12.00 WIB (siang), dan 16.00-17.00 WIB (sore) berdasarkan waktu operasional Taman Krida Budaya. Untuk malam hari tidak dilakukan pengukuran karena keterbatasan izin sehingga dilakukan simulasi untuk waktu malam. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi pustaka berupa jurnal online, buku, peraturan, dan pedoman untuk memperkuat dan melengkapi data primer.

Tahap evaluasi dilakukan setelah pengukuran di lapangan menggunakan alat ukur. Tahap evaluasi akan membandingkan hasil pengukuran lapangan dengan standar yang berlaku mengenai kenyamanan termal (SNI-03-6572-2001). Selanjutnya tahap

simulasi dilakukan dengan *software Autodesk Ecotect Analysis 2011* dengan output berupa grafik temperatur selama 24 jam. Simulasi sesuai dengan waktu pada saat pengukuran lapangan untuk mengetahui kesesuaian dan perbedaan yang terjadi. Untuk rekomendasi desain dilakukan simulasi kombinasi antara bukaan atap dan dinding dengan sudut kemiringan yang berbeda. Variabel pada penelitian ini meliputi kondisi bukaan atap dan dinding sebagai variabel bebas dan temperatur sebagai variabel terikat.

**Tabel 1. Skenario Simulasi**

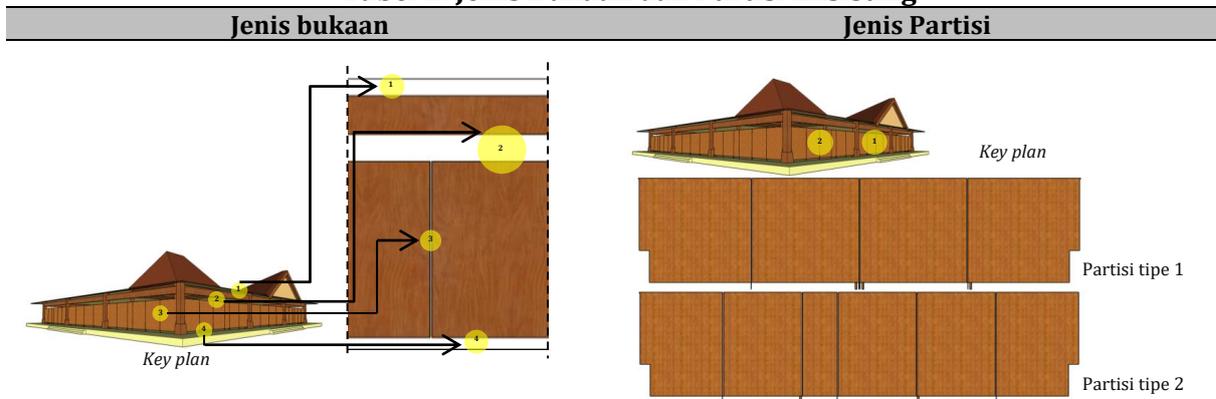
Sudut kemiringan bukaan dinding(partisi)	Sudut kemiringan bukaan atap				
	30° (a)	45° (b)	60° (c)	90° (d)	^0 (e)
30° (1)	1a	1b	1c	1d	1e
45° (2)	2a	2b	2c	2d	2e
60° (3)	3a	3b	3c	3d	3e
75° (4)	4a	4b	4c	4d	4e

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Jenis Bukaan dan Partisi Eksisting

Berikut merupakan tabel jenis bukaan dan partisi eksisting

**Tabel 2. Jenis Bukaan dan Partisi Eksisting**



Jenis bukaan berupa lubang ventilasi dengan kondisi terbuka penuh pada saat ruangan digunakan. Total luas bukaan sebesar 87,04 m<sup>2</sup> dengan ketinggian antara 0,15-2,78 m.. Berdasarkan SNI 03-6572-2001 luas bukaan sudah memenuhi yaitu minimal 5% dari luas lantai(900m<sup>2</sup>). Tetapi kinerja bukaan tidak maksimal karena temperatur rata-rata ruang dalam masih tinggi (28-31<sup>0</sup>C)

Terdapat 2 (dua) jenis partisi pada pendopo setinggi 2,28 m berungsi sebagai selubung kayu dengan material kayu. Menggunakan sitem lipat untuk pengoperasiannya. Sistem lipat kurang efektif karena hanya dapat terbuka atau tertutup sepenuhnya. Pada saat digunakan partisi tertutup sepenuhnya karena faktor keamanan. Sedangkan pada saat digunakan partisi terbuka sepenuhnya.

Selain faktor temperatur yang masih tinggi, juga masih digunakannya peralatan mekanik seperti pendingin ruang pada saat ruangan digunakan padahal partisi dalam keadaan terbuka. Oleh karena itu diperlukan penambahan bukaan pada atap dan dinding(partisi) untuk menurunkan temperatur ruang.

#### 3.2 Hasil Pengukuran dan Simulasi Eksisting

Pengukuran eksisting dilakukan pada 6(enam) kondisi partisi pada 49 titik di dalam ruang sebesar 30,0 m x 30,0 m. Proses pengukuran menggunakan *wet and dru*

*thermometer* untuk temperatur dan kelembaban serta *hot wire anemometer* untuk kecepatan angin. Setiap titik mempunyai interval waktu 1(satu) menit. Untuk analisis difokuskan pada pengukuran temperatur karena dijadikan variabel dalam penelitian.

Berdasarkan data hasil survey, dapat diketahui bahwa rata-rata keseluruhan hasil pengukuran menunjukkan suhu pada pendopo menunjukkan angka antara 27°C-31°C. sesuai dengan standar SNI 03-6572-2001 angka tersebut termasuk dalam kategori di atas ambang hangat nyaman, namun masih pada nilai yang disyaratkan oleh KEMENKES RI. Sedangkan untuk rata-rata perbedaan pengukuran dan simulasi dalam ruang sebesar 3,57%. Sesuai dengan nilai maksimal software Ecotect untuk validasi data sebesar 10%, maka dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi tergolong valid.

**Tabel 3. Perbandingan Temperatur Ruang Dalam Hasil Pengukuran dan Simulasi Eksisting**

Kondisi partisi	Hasil Pengukuran Eksisting			Hasil Simulasi Eksisting			Perbedaan Hasil Pengukuran dan Simulasi rata-rata(%)
	08.00-09.00 (°C)	11.00-12.00 (°C)	16.00-17.00 (°C)	08.00-09.00 (°C)	11.00-12.00 (°C)	16.00-17.00 (°C)	
 Terbuka 100%	26,73	31,13	30,13	26,95	31,35	32,35	2,79
 Terbuka 50%-1	28,55	30,55	29,10	29,50	30,70	31,05	3,32
 Terbuka 50%-2	28,28	30,64	29,13	29,40	30,90	31,05	3,60
 Terbuka 50%-3	28,28	30,56	29,13	29,65	30,10	30,85	3,81
 Terbuka 50%-4	28,28	30,53	29,13	29,30	30,75	31,10	3,50
 Tertutup 100%	26,54	30,45	30,30	26,95	31,35	32,35	3,57

### 3.3 Rekomendasi Desain

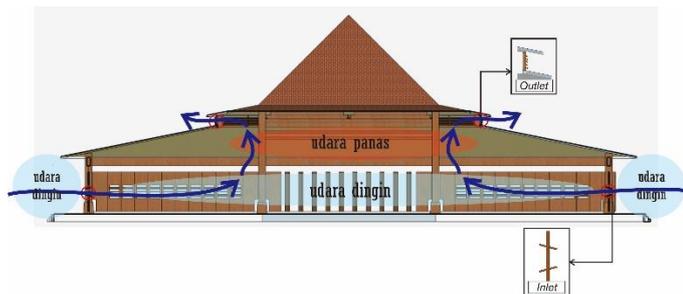
Untuk rekomendasi pada pendopo agung Taman Krida Budaya akan dilakukan empat tahap, yaitu :

1. Mengubah tipe atap (dari tipe Jawa Tengah menjadi Jawa Timur)
2. Menambahkan bukaan (ventilasi) pada atap
3. Mengubah sistem buka tutup partisi (dari lipat menjadi geser)
4. Menambahkan jendela pivot pada partisi

**Tabel 4. Rekomendasi Elemen Atap dan Dinding**

Jenis partisi		Jenis bukaan atap
Type 1	Type 2	
 Sudut kemiringan 30°	 Jendela pivot sudut kemiringan 30°	 Jalusi sudut kemiringan 30°
 Sudut kemiringan 45°	 Jendela pivot sudut kemiringan 45°	 Jalusi sudut kemiringan 45°
 Sudut kemiringan 60°	 Jendela pivot sudut kemiringan 60°	 Jalusi sudut kemiringan 60°
 Sudut kemiringan 75°	 Jendela pivot sudut kemiringan 75°	 Jalusi sudut kemiringan 90°
		 Jalusi sudut kemiringan 90°

Pemilihan jendela pivot pada dasarnya mempertimbangkan fasade bangunan. Cara pengoperasian jendela pivot dapat dibuka pada saat pendopo digunakan dan ditutup pada saat pendopo tidak digunakan. Dengan demikian, tampilan pendopo tidak berubah. Berbeda jika menggunakan jendela dengan tipe lain, seperti jalusi akan mengganggu tampilan bangunan karena kondisinya akan terbuka pada pendopo digunakan maupun tidak karena jalusi terdiri dari beberapa sirip yang disusun vertikal atau horizontal.



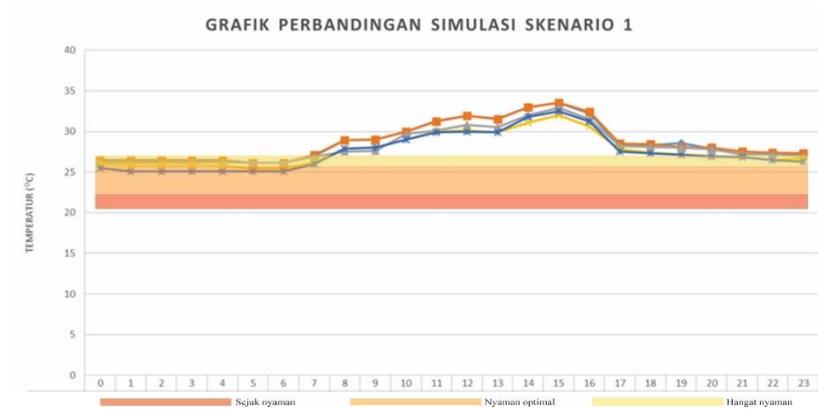
Gambar 1. Penerapan *stack effect* pada bangunan

Penerapan inlet dan outlet pada pendopo ini mengacu pada prinsip stack effect. Inlet yang terletak di dinding (partisi) bangunan berupa jendela pivot akan mengalirkan udara dingin dari luar ke dalam bangunan (Boutet, 1987). Sedangkan outlet berupa jalusi yang terletak pada celah atap akan mengeluarkan udara panas dari dalam ke luar bangunan sehingga pendinginan ruang dapat tercapai.

### 3.4 Hasil Simulasi Rekomendasi

#### 1. Skenario 1

Model rekomendasi ini menggunakan kombinasi partisi dengan sudut kemiringan 30° yang dikombinasikan dengan ventilasi bersudut 30°, 45°, 60°, 90°, dan ^ dengan ketinggian 5,16 m.

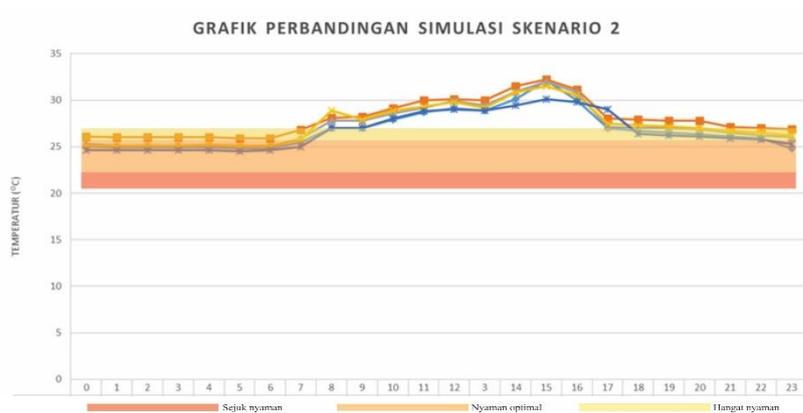


Gambar 2. Grafik perbandingan temperatur skenario 1

Berdasarkan kelima kombinasi antara bukaan atap dan dinding (partisi), kombinasi yang paling baik adalah antara partisi dan jendela dengan sudut kemiringan 30° serta bukaan atap dengan sudut kemiringan 90°. Kombinasi tersebut dapat menurunkan temperatur sebesar 2,73° dari 30,26° menjadi 27,53° yang diambil dari nilai rata-rata tiga waktu pengukuran, yaitu pagi, siang, dan sore. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada jam 15.00 WIB mencapai 33°C.

#### 2. Skenario 2

Model rekomendasi ini menggunakan kombinasi partisi dengan sudut kemiringan 45° yang dikombinasikan dengan ventilasi bersudut 30°, 45°, 60°, 90°, dan ^ dengan ketinggian 5,16 m.

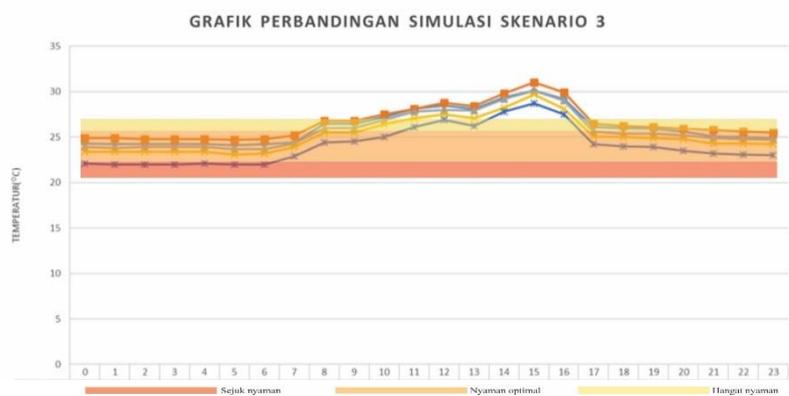


Gambar 3. Grafik perbandingan temperatur skenario 2

Berdasarkan kelima kombinasi antara bukaan atap dan dinding (partisi), kombinasi yang paling baik adalah antara partisi dan jendela dengan sudut kemiringan 45° serta bukaan atap dengan sudut kemiringan 90°. Kombinasi tersebut dapat menurunkan temperatur sebesar 3,60° dari 30,26° menjadi 26,66° yang diambil dari nilai rata-rata tiga waktu pengukuran, yaitu pagi, siang, dan sore. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada jam 15.00 WIB mencapai 32°C.

### 3. Skenario 3

Model rekomendasi ini menggunakan kombinasi partisi dengan sudut kemiringan 60° yang dikombinasikan dengan ventilasi bersudut 30°, 45°, 60°, 90°, dan ^ dengan ketinggian 5,16 m.

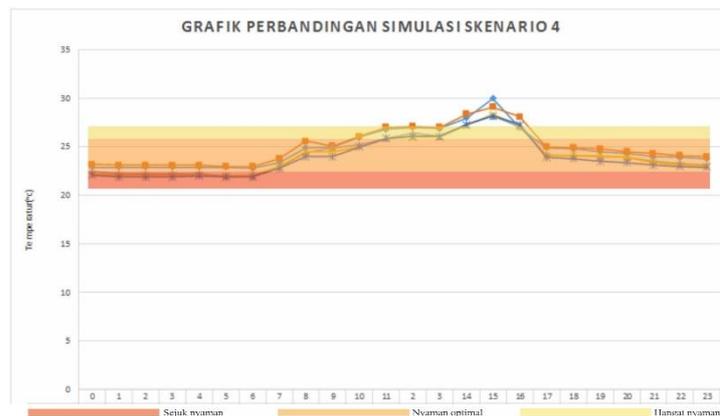


Gambar 4. Grafik perbandingan temperatur skenario 3

Berdasarkan kelima kombinasi antara bukaan atap dan dinding (partisi), kombinasi yang paling baik adalah antara partisi dan jendela dengan sudut kemiringan 60° serta bukaan atap dengan sudut kemiringan 90°. Kombinasi tersebut dapat menurunkan temperatur sebesar 6,13° dari 30,26° menjadi 24,13° yang diambil dari nilai rata-rata tiga waktu pengukuran, yaitu pagi, siang, dan sore. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada jam 15.00 WIB mencapai 31°C.

### 4. Skenario 4

Model rekomendasi ini menggunakan kombinasi partisi dengan sudut kemiringan 75° yang dikombinasikan dengan ventilasi bersudut 30°, 45°, 60°, 90°, dan ^ dengan ketinggian 5,16 m.



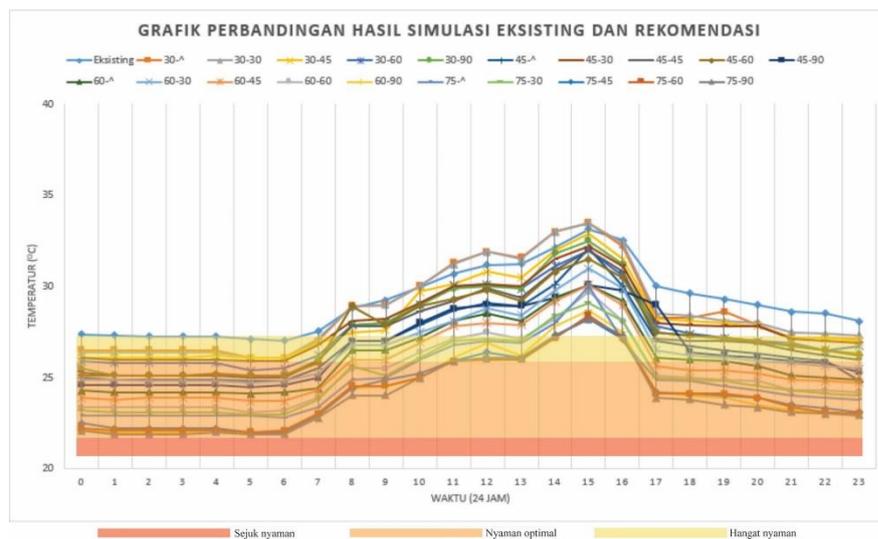
Gambar 5. Grafik perbandingan temperatur skenario 4

Berdasarkan kelima kombinasi antara bukaan atap dan dinding (partisi), kombinasi yang paling baik adalah antara partisi dan jendela dengan sudut kemiringan 75° serta bukaan atap dengan sudut kemiringan 90°. Kombinasi tersebut dapat menurunkan temperatur sebesar 6,35° dari 30,26° menjadi 23,91° yang diambil dari nilai rata-rata tiga waktu pengukuran, yaitu pagi, siang, dan sore. Sedangkan temperatur tertinggi terjadi pada jam 15.00 WIB mencapai 30°C.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan rekomendasi yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan bukaan pada atap dan partisi dapat menurunkan temperatur ruang, berkisar antara 1-6°C pada setiap kombinasi antara ventilasi atap dan partisi. Sedangkan temperatur rata-rata setelah dilakukan rekomendasi mengalami penurunan dari 30,26°C menjadi 23,91°C-28,66°C. Temperatur rata-rata terendah terdapat pada kombinasi pertama antara partisi (75°C) dengan ventilasi atap (90°C) sebesar 23,91°C dan tertinggi pada kombinasi antara partisi (30°C) dengan ventilasi atap (30°C) sebesar 28,66°C.. Sesuai dengan SNI temperatur yang ditunjukkan termasuk dalam kondisi antara nyaman optimal-hangat nyaman.

Sudut kemiringan pada ventilasi atap dan partisi berpengaruh terhadap penurunan temperatur pada pendopo agung Taman Krida Budaya Malang. Semakin besar sudut kemiringan semakin besar penurunan temperatur. Sedangkan untuk luas ventilasi (bukaan) adalah sebesar 20,83% (187,51 m<sup>2</sup>) dari prosentasi awal sebesar 9,67% (87,04 m<sup>2</sup>). Dengan ditambahkannya ventilasi atap dan partisi pada pendopo agung dapat menurunkan temperatur dan mendinginkan ruangan. disamping itu, sistem folding yang diterapkan pada partisi diharapkan mampu memenuhi kebutuhan pendinginan dan fleksibilitas ruang.



Gambar 6. Grafik perbandingan simulasi dan eksisting

#### Daftar Pustaka

- Academia. 2016. "Krida Budaya". <https://academia.edu/> (diakses tanggal 3 Maret 2016)
- Boutet, T.S. 1987. *Controlling Air Movement; A Manual for Architect and Builders*. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, United States of America.
- Keputusan Menteri Kesehatan No.261/Menkes/SK/11/1998 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja. Menteri Kesehatan Indonesia. Jakarta.
- Lechner, R. 2007. *HEATING, COOLING, LIGHTING: Metode Desain untuk Arsitektur*. PT Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Prijomoto. 2004. *Kembara Kawruh Arsitektur Jawa*. Wastu Lanas Grafika, Surabaya.