

Rekayasa Ventilasi Alami Pada Gedung *Islamic Center Pamekasan*

Tafif Pranata Akbar¹ dan Wasiska Iyati²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: thavivp@gmail.com

ABSTRAK

Islamic Center Pamekasan merupakan gedung serbaguna yang mewadahi segala macam aktivitas yang membutuhkan kenyamanan termal dengan baik. Pada kondisi eksisting temperatur ruang dalam lebih tinggi dari ruang luar. Dalam upaya meningkatkan kenyamanan termal, perlu memperhatikan dua faktor yaitu temperatur ruang luar dan ruang dalam. Kondisi termal ruang dalam salah satunya dipengaruhi oleh desain bukaan ventilasi. Tidak adanya ventilasi atap dan akibat bangunan yang tebal menyebabkan aliran udara tidak dapat keluar sehingga temperatur ruang dalam menjadi tinggi (28°C-33°C). Bukaan ventilasi berperan penting dalam mengalirkan udara, dengan kombinasi ventilasi atap dan ventilasi dinding pada sudut kemiringan tertentu dapat menurunkan temperatur panas dalam ruang melalui *stack effect*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif-evaluatif dan simulasi eksperimental dengan menggunakan *software Ecotect Analisis 2011*. SNI 03-6572-2001 menjadi acuan dalam menentukan rekomendasi desain yang memiliki kemampuan dalam menurunkan temperatur udara. Hasil penelitian ini berupa rekomendasi desain ventilasi dinding dengan sudut kemiringan bukaan 90° serta bukaan dinding dengan sudut kemiringan 45° dapat menurunkan temperatur sebesar 3,1°C dari 29,8°C menjadi 26,7°C.

Kata kunci: *Islamic Center*, ventilasi alami, kenyamanan termal

ABSTRACT

Pamekasan Islamic Center is a multipurpose building which accommodates various activities that need thermal comfort well. The indoor existing temperature is higher than the outdoor. In attempt to increase the thermal comfort, it takes two factors, namely: the outdoor and indoor temperature. The indoor thermal condition is one of the conditions affected by the opening ventilation design. The absence of rooftop ventilation and the effect of thick building causes the air flow cannot go out so that the indoor temperature becomes hot (28°C-33°C). The opening ventilation plays important role to flow the air, with rooftop ventilated combination and wall ventilation on certain declivity angle can decrease the warm temperature in the room through *Stack Effect*. Method used in this research is descriptive-evaluative method and experimental simulation by using *Software Ecotect Analisis 2011*. The chosen recommendation design is based on the capability of decreasing the air temperature that ponder away to achieve SNI 03-6572-2001. The results of this research are wall design ventilation and a recommendation of wall ventilation design with the 90° opening and with 45° declivity angle can decrease the temperature of 3,1°C from 29,8°C to 26,7°C.

Key words: *Islamic Center*, natural ventilation, thermal comfort.

1. Pendahuluan

Islamic Center merupakan istilah yang berasal dari negara-negara yang dimana minoritas masyarakatnya beragama Islam. Jadi untuk memenuhi segala kegiatan-kegiatan Islam mereka kesulitan untuk mencari tempat. Untuk itu aktifitas-aktifitas Islam tersebut dipusatkan dalam suatu wadah yang disebut *Islamic Center*" (DEPAG, 1975). *Islamic Center* Pamekasan merupakan salah satu bangunan publik yang mewadahi seluruh kegiatan ke-Islaman di Kota Pamekasan. Keberadaan gedung *Islamic Center* yang terletak di jalan raya Panglegur, Kecamatan Tlanakan, Pamekasan dibangun sejak tahun 2008-2010. Fungsi utama dari bangunan tersebut adalah sebagai sarana fasilitas bersama masyarakat sekitar Pamekasan. Terdiri dari tiga lantai untuk lantai satu difungsikan sebagai kantor pengelola, kantor sewa dan ruang seminar. Untuk lantai dua difungsikan sebagai hall yang merupakan fungsi utama bangunan. Untuk lantai 3 difungsikan sebagai kantor sewa dan kantor rapat. Fungsi dari setiap lantai tersebut dihubungkan oleh tangga yang berada di setiap sudut bangunan.

Ventilasi merupakan aliran udara di dalam bangunan, antar bangunan, dan antara bagian dalam bangunan (*indoor*) dengan luar bangunan (*outdoor*) (Roaf, Fuentes, & Thomas, 2003). Pendinginan dengan memanfaatkan ventilasi merupakan strategi tertua dan paling umum digunakan di daerah beriklim tropis lembab. Sedangkan ventilasi alami merupakan pergantian udara secara alami (tidak melibatkan peralatan mekanis, seperti mesin penyejuk udara yang dikenal sebagai *air conditioner* atau AC). Ventilasi alami menawarkan ventilasi yang sehat, nyaman, tanpa memerlukan energi tambahan. Namun, untuk merancang ventilasi alami perlu dipikirkan syarat awal, yaitu:

- a. Udara yang berada di luar merupakan udara yang sehat (bebas dari bau, debu dan polutan lain yang mengganggu).
- b. Temperatur yang berada di luar tidak memiliki temperatur terlalu tinggi (maksimal 28 derajat Celcius).
- c. Aliran udara horizontal tidak terhalang oleh bangunan disekitar sehingga angin dapat berhembus lancar, dan
- d. Lingkungan tidak bising, jika syarat awal tidak dipenuhi sebaiknya tidak dipaksakan untuk memakai ventilasi alami karena justru akan merugikan. (Satwiko, 2009).

Terdapat beberapa desain bukaan jendela yang memberikan keduanya dampak besar kualitas dan sirkulasi udara langsung. Meskipun *double hung, single hung, dan sliding windows* tidak dapat merubah aliran udara langsung, dari jenis bukaan tersebut dapat meyangga paling sedikit 50% dari aliran udara. *Casement windows*, di samping itu, dari semua bukaan ventilasi dapat mengalirkan aliran udara ke dalam bangunan, tetapi dari semua desain bukaan ventilasi tersebut aliran udara yang datang dapat dibelokkan (Lechner, 2014).

Pada jendela mati (*fixed*) tidak mengalirkan udara sama sekali ke dalam ruangan. Jendela hidup (*casement side-hung*) mengalirkan udara paling banyak aliran udara kedalam bangunan yaitu 90% dari total hembusan angin. Jendela hidup putar (*horizontal pivoted*) mengalirkan udara sebanyak 75%. Jendela jatuh (*hopper*) mengalirkan udara sebanyak 45%. Jendela gantung (*awning*) mengalirkan udara sebanyak 75%. Jendela geser vertikal (*single-hung*) mengalirkan udara 45%. Jendela nako (*jalousie*) mengalirkan udara 90%. Jendela geser horizontal mengalirkan udara 40% (Becket & Godfrey, 1974). Luas

maksimal suatu ventilasi berkisar antara 10% dari luar area lantai bangunan, dengan menggunakan luas minimum ventilasi dapat menurunkan temperatur udara dengan ambang batas aman (CIBSE, 1997).

Kenyamanan termal menurut (Szokolay, 2004) merupakan proses yang melibatkan kondisi fisik fisiologis dan psikologis. Kenyamanan termal adalah hasil pemikiran seseorang yang mengekspresikan mengenai kepuasan dirinya terhadap lingkungan termalnya. ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer*) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai suatu kondisi dimana ada kepuasan terhadap kenyamanan termal di sekitarnya. Lippsmeier, 1994 menyatakan bahwa batas kenyamanan untuk wilayah khatulistiwa berkisar antara 19°C TE-26°C TE dengan pembagian temperatur sebagai berikut:

1. Temperatur 26°C TE: umumnya penghuni sudah mulai berkeringat
2. Temperatur 26°C TE - 30°C TE daya tahan dan kemampuan bekerja mulai menurun
3. Temperatur 35,5°C TE -35,5°C TE: kondisi mulai sukar
4. Temperatur 35°C TE - 36°C TE: kondisi lingkungan tidak memungkinkan lagi.

Adapun temperatur ruangan sehat menurut MENKESNO.261/MENKES/SK/II/1998 adalah temperatur ruangan yang berkisar antara 18°C - 26°C tetapi bergantung pada luasan daerah. Berdasarkan standar yang diterapkan oleh SNI 03-6572-2001 mengatakan bahwa, terdapat tingkatan temperatur yang nyaman untuk orang Indonesia terbagi atas 3(tiga) bagian:

Tabel 1. Standar Temperatur Nyaman

	Temperatur Efektif	Kelembapan / RH
Sejuk nyaman	20,5°C TE - 22°C TE	50%
Ambang atas	24 C TE	80%
Nyaman optimal	22,8°C TE - 25,8°C TE	70%
Ambang atas	28 C	
Hangat nyaman	25,8°C TE - 27,1°C TE	60%
Ambang atas	31°C TE	

Sumber: SNI 03-6572-2001

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-evaluatif dan simulasi eksperimental menggunakan *software Echotect Analisis 2011*. Pengukuran dilakukan secara kuantitatif berdasarkan kondisi eksisting lingkungan luar dan dalam bangunan, data diperoleh berdasarkan hasil pengukuran kecepatan angin, temperatur dan kelembapan udara. Pada penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu pengumpulan data, evaluasi dan simulasi. Dari 3 tahap tersebut selanjutnya dilakukan analisis data eksisting kemudian evaluasi dari hasil sehingga muncul sintesa desain untuk menentukan rekomendasi desain. Pengumpulan data meliputi data primer yang diperoleh melalui pengukuran langsung kondisi eksisting luar dan dalam kecepatan angin, kelembapan dan temperatur udara. Pengukuran dilakukan pada tanggal 2 Maret 2018 dengan pengukuran ruang luar dilakukan sebanyak 17 titik yang tersebar pada seluruh sisi bangunan. Pada pengukuran ruang dalam dilakukan sebanyak 10 titik, titik yang diambil membentuk grid dengan jarak 8x8 meter. Titik ukur dibagi rata pada seluruh ruang luar dan dalam dengan pertimbangan

pengguna ruang yang ada setiap waktu sehingga diperlukan pengukuran keseluruhan ruang dan untuk mengetahui perbedaan sisi yang dekat dengan ventilasi dan jauh dari ventilasi. Pengukuran menggunakan alat ukur digital yaitu, Thermometer Hygrometer.

Setelah pengukuran di lapangan dilakukan tahap evaluasi. Tahap evaluasi merupakan tahap untuk membandingkan hasil yang telah diperoleh di lapangan dengan simulasi yang mengacu pada standar kenyamanan temperatur (SNI 03-6572-2001). Setelah tahap evaluasi selesai, dilanjutkan tahap simulasi yang menggunakan software Echotect Analisis 2011 dengan output hasil rekomendasi desain bukaan ventilasi dari beberapa sudut bukaan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Jenis Bukaan Eksisting

Pada kondisi eksisting terdapat beberapa jenis bukaan ventilasi, berikut jenis bukaan ventilasi pada gedung Islamic Center:

Tabel 2. Jenis Bukaan Eksisting

Bukaan	Gambar	Luas (m ²)	Ketinggian (m)	Jenis Ventilasi Eksisting	Kondisi saat Aktifitas
1		47,2	2,5	Jendela Tingkap	Terbuka 45 derajat
2		101,6	4,7	Jendela Penghalang	Terbuka Penuh
3		15,6	1,5	Jendela mati	Tidak Terbuka

Dari data bukaan eksisting yang di dapat, bukaan ventilasi mempunyai sistem yang berbeda, yaitu jendela utama yang terletak pada dinding terbuka 45° memungkinkan memasukkan angin yang tidak terlalu besar berlaku ke semua jendela yang ada di setiap sisi bangunan. Serta bukaan penghalang yang berada tepat di jendela utama, kondisi tersebut sepenuhnya terbuka dan difungsikan sebagai penangkal radiasi matahari. Selanjutnya ventilasi atap yang terletak diatas ruang hall, dengan sistem jendela mati

sehingga udara tidak dapat masuk atau keluar. Pada kondisi seperti ini tidak dapat terjadinya pergantian udara (*stack ventilation*) sehingga temperatur udara dalam ruang meningkat.

3.2 Hasil Pengukuran dan Simulasi Eksisting

Pengukuran lapangan untuk mengetahui kondisi termal eksisting dilakukan pada ruang luar dan ruang dalam. Pengukuran ruang luar dilakukan pada 17 titik yang tersebar diseluruh sisi bangunan. Pada pengukuran ruang dalam dilakukan sebanyak 10 titik yang tersebar ke seluruh ruangan berjarak ± 8 meter. Titik ukur dibagi rata pada seluruh ruang luar dan dalam dengan pertimbangan pengguna ruang yang ada setiap waktu sehingga diperlukan pengukuran keseluruhan ruang dan untuk mengetahui perbedaan sisi yang dekat dengan ventilasi dan jauh dari ventilasi. Pengukuran temperatur udara menggunakan alat ukur digital Thermometer Hygrometer. Data yang disajikan pada tabel di bawah ini merupakan nilai rata-rata dari hasil pengukuran termal dengan interval waktu pukul 06.00, 09.00, 12.00, 15.00 dan 18.00.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kecepatan Angin

Pengukuran Kecepatan Angin					
Posisi	Waktu	Kecepatan Angin Luar (m/s)	Kecepatan Angin Dalam (m/s)	Kondisi	Keterangan
Terbuka 45	06.00	2,06	0,9	Di atas ambang kecepatan angin yang nyaman (0,15-0,25 m/s)	Sesuai Standar SNI
	09.00	2,3	0,4		
	12.00	2,8	1,65		
	15.00	2,65	1,15		
	18.00	1,9	1,45		
Rata-rata		2,35	1,025		

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kelembapan

Pengukuran Kelembapan					
Posisi	Waktu	Kelembapan Relatif Luar (%)	Kelembapan Relatif Dalam (%)	Kondisi	Keterangan
Terbuka 45	06.00	92	92	Di atas ambang Kelembapan udara (40-70%)	Tidak sesuai Standar SNI
	09.00	85	85		
	12.00	58,5	85,5		
	15.00	85	92,5		
	18.00	92	84,5		
Rata-rata		75,25	88,25		

Tabel 5. Hasil Pengukuran Temperatur

Pengukuran Temperatur					
Posisi	Waktu	Temperatur Udara Luar (°C)	Temperatur Udara Dalam (°C)	Kondisi	Keterangan
Terbuka 45	06.00	28	27,75	Di atas ambang hangat nyaman (>27,1 C)	standart SNI
	09.00	30	30		
	12.00	35	32		
	15.00	33	32		
	18.00	28	29		
Rata-rata		31,5	29,8		

Pada pengukuran temperatur udara dalam ruang, nilai yang diperoleh pada saat pengukuran pukul (06.00) berkisar 27°C, pukul (09.00) berkisar 30°C, pukul (12.00) berkisar 32°C, pukul (15.00) berkisar 32°C dan pukul (18.00) berkisar 29°C. Selisih temperatur udara ruang luar dan dalam relatif kecil, yaitu rata-rata sebesar 1-2°C pada setiap waktu pengukuran. Sedangkan pada standar temperatur nyaman menurut SNI 03-6572-2001 antara 25°C – 27°C. Dari kelima waktu yang sudah dilakukan pengukuran, temperatur tertinggi terjadi pada pukul 12.00-15.00. Sedangkan untuk temperatur rendah terjadi pada pukul 06.00 dan 18.00.

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan, dapat diketahui rata-rata temperatur udara luar sekitar 31,5°C dan rata-rata temperatur udara dalam sekitar 29,8°C, selisih yang tidak terlalu signifikan berkisar 1,7°C. Sesuai dengan standar SNI 03-6572-2001 hasil data pengukuran lapangan diatas batas ambang hangat nyaman dengan temperatur 25 C-27°C. Temperatur udara yang tinggi dipengaruhi oleh sebagian besar kota Pamekasan dekat dengan daerah pesisir dan tingginya radiasi matahari.

Tabel 6. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting

Hasil Simulasi Kondisi Eksisting					
Posisi	Waktu	Temperatur Udara Luar (°C)	Temperatur Udara Dalam (°C)	Kondisi	Keterangan
Terbuka 45	06.00	25	28,2	Di atas ambang kenyamanan termal (20°C-26°C)	Tidak Sesuai SNI
	09.00	28,2	29,4		
	12.00	31,7	30,6		
	15.00	31,1	30,4		
	18.00	29,3	29,5		
Rata-rata		28,3	29,4		

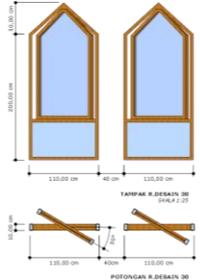
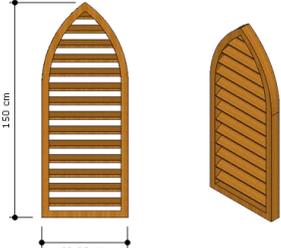
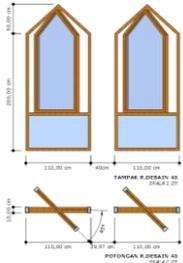
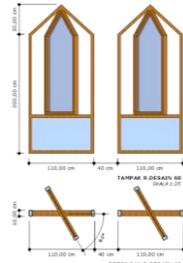
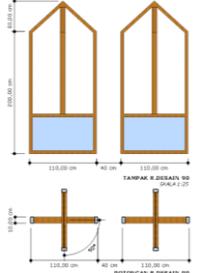
Berdasarkan grafik di atas, hasil simulasi menunjukkan selisih temperatur setiap waktu tidak terlalu besar. Menunjukkan temperatur udara dalam pada saat pukul 12.00 – 15.00 lebih besar dari pada temperatur udara luar. Pada tersebut sama seperti pada saat melakukan pengukuran lapangan. Rata-rata temperatur udara luar sekitar 28,3°C dan rata-rata temperatur udara dalam sekitar 29,4°C. Sesuai dengan standar SNI 03-6572-2001 kenyamanan suatu ruang berkisar 20°C - 26°C, pada hasil simulasi tidak sesuai dengan SNI dan diharapkan mampu dapat menurunkan termal dalam ruang melalui pendekatan rekomendasi desain bukaan ventilasi pada gedung *Islamic Center*.

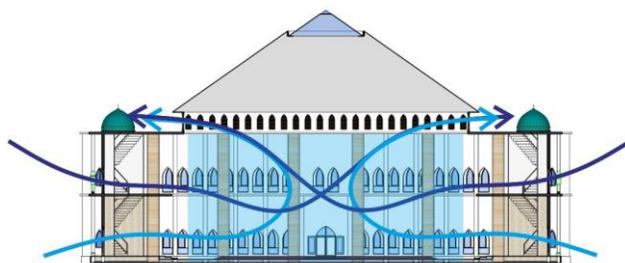
3.3 Rekomendasi desain bukaan Ventilasi

Rekomendasi desain diharapkan mampu menjawab permasalahan kenyamanan termal ruang dalam, melalui beberapa rekomendasi desain bukaan ventilasi di dinding dan jendela atap. Tabel 7 menunjukkan rekomendasi desain bukaan ventilasi atap dan dinding.

Penerapan *inlet* dan *otlet* pada gedung *Islamic Center* ini berdasarkan pada prinsip *stack effect*. *Inlet* iyang iterletak di dinding yang merupakan bukaan ventilasi utama memasukkan udara berupa jendela pivot dengan beberapa arah buka yang berfungsi mengalirkan udara dingin dari luar ke dalam bangunan. Sedangkan bukaan jalousi merupakan penerapan *outlet* yang berada pada bukaan ventilasi atap yang berfungsi mengeluarkan udara panas dari dalam ke luar#bangunan sehingga pendinginan ruang dapat tercapai.

Tabel 7. Rekomendasi Desain Bukaannya Ventilasi

Jenis Bukaannya Dinding	Jenis Bukaannya Atap
<p>Type 1</p>  <p>TAMPAK R.DESAIN 30 SKALA 1:20</p> <p>POTONGAN R.DESAIN 30 SKALA 1:20</p>	 <p>TAMPAK R.DESAIN 30 SKALA 1:20</p> <p>AXONOMETRI SKALA 1:20</p>
<p>Type 2</p>  <p>TAMPAK R.DESAIN 45 SKALA 1:20</p> <p>POTONGAN R.DESAIN 45 SKALA 1:20</p>	 <p>TAMPAK R.DESAIN 45 SKALA 1:20</p> <p>AXONOMETRI SKALA 1:20</p>
<p>Type 3</p>  <p>TAMPAK R.DESAIN 60 SKALA 1:20</p> <p>POTONGAN R.DESAIN 60 SKALA 1:20</p>	 <p>TAMPAK R.DESAIN 60 SKALA 1:20</p> <p>AXONOMETRI SKALA 1:20</p>
<p>Type 4</p>  <p>TAMPAK R.DESAIN 90 SKALA 1:20</p> <p>POTONGAN R.DESAIN 90 SKALA 1:20</p>	



Gambar 1. Penerapan *stack effect* pada potongan bangunan

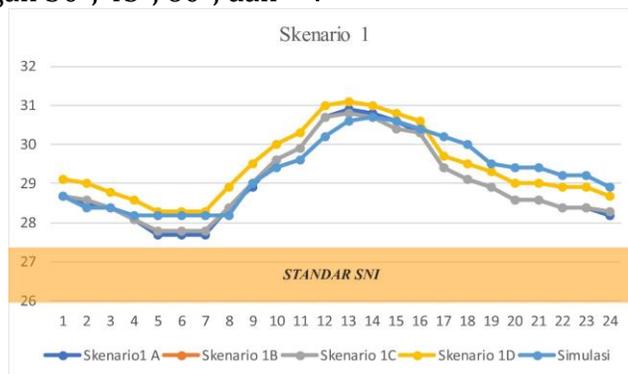
Tabel 8. Perbandingan Kondisi Eksisting dan Hasil Rekomendasi

Elemen	Kondisi Eksisting	Rekomendasi
Ventilasi Atap	- Kondisi bukaan ventilasi yaitu ventilasi mati (<i>fixed window</i>)	- Re-desain bukaan ventilasi menjadi bukaan atap jalousi - Bukaan jalousi mengalami perubahan volume bukaan
Ventilasi Dinding	- Bukaan ventilasi terbuka 45 derajat - Sistem ventilasi yaitu <i>casement window</i>	- Bukaan ventilasi mengalami perubahan volume bukaan - Sistem ventilasi yaitu <i>pivot window</i>

3.4 Hasil Simulasi Rekomendasi

a. Skenario 1

Pada skenario 1(satu) terdapat beberapa perubahan arah buka bukaan dengan sudut kemiringan bukaan ventilasi dinding sebesar 30° dan dikombinasikan dengan bukaan atap dengan kemiringan 30° , 45° , 60° , dan $^\circ$.



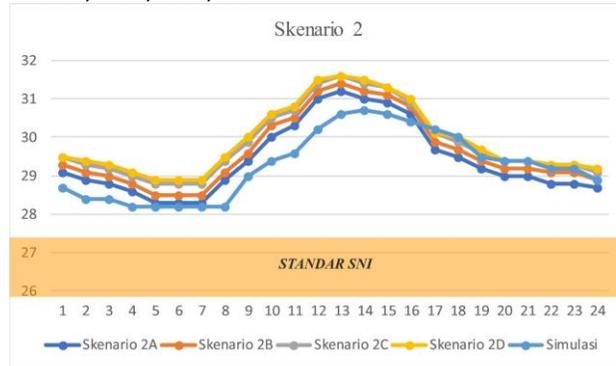
Gambar 2. Hasil Grafik Simulasi Skenario 1

Berdasarkan hasil keempat kombinasi bukaan pada atap dan bukaan pada dinding, kombinasi terbaik menerapkan bukaan atap yang memiliki sudut kemiringan 30° serta bukaan dinding yang memiliki kemiringan sudut 30° . Temperatur sebesar $1,9^\circ\text{C}$ dapat diturunkan dengan penerapan kombinasi tersebut dari $29,8^\circ\text{C}$ menjadi $27,9^\circ\text{C}$ berdasarkan hasil simulasi dengan 5(lima) sample waktu, jika dilihat dalam grafik hasil menunjukkan keempat kombinasi tidak jauh berbeda. Temperatur menunjukkan nilai yang stabil pada jam 05.00-07.00 WIB. Kemudian mengalami peningkatan pada jam 07.00-12.00 WIB. dan mengalami penurunan pada jam 14.00-18.00 WIB. Temperatur tertinggi terlihat pada jam

13.00 WIB mencapai 30,9°C. Berikut merupakan grafik perbandingan ke empat kombinasi ang sudah disimulasikan.

b. Skenario 2

Pada skenario 1(satu) terdapat beberapa perubahan arah buka bukaan dengan sudut kemiringan bukaan ventilasi dinding sebesar 30° dan dikombinasikan dengan bukaan atap dengan kemiringan 30°, 45°, 60°, dan ^°.

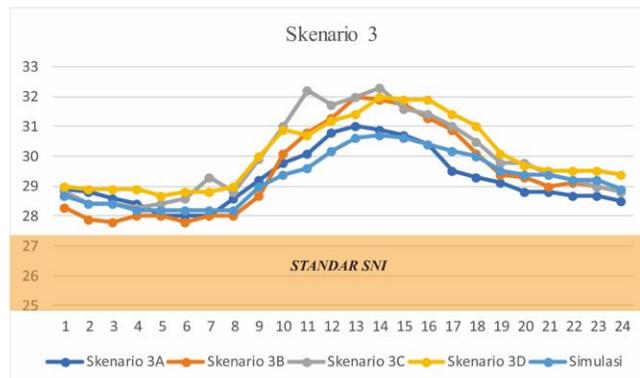


Gambar 3. Hasil Grafik Simulasi Skenario 2

Berdasarkan hasil keempat kombinasi bukaan pada atap dan bukaan pada dinding, kombinasi terbaik merupakan bukaan atap yang memiliki kemiringan sudut 45° serta bukaan pada dinding yang memiliki kemiringan sudut 30°. Temperatur sebesar 1,9°C dapat diturunkan dengan menerapkan kombinasi tersebut dari 29,8°C menjadi 27,9°C diambil dari hasil simulasi dengan 5(lima) sample waktu, jika dilihat dalam grafik hasil menunjukkan keempat kombinasi tidak jauh berbeda. Temperatur menunjukkan nilai yang stabil pada jam 05.00 – 08.00 WIB. Kemudian mengalami peningkatan pada jam 08.00 – 13.00 WIB. dan mengalami penurunan pada jam 13.00 – 24.00 WIB. Sedangkan#temperatur tertinggi terjadi pada jam 12.00 WIB mencapai 31,6°C. Berikut merupakan grafik perbandingan ke empat kombinasi yang sudah disimulasikan.

c. Skenario 3

Pada skenario 1(satu) terdapat beberapa perubahan arah buka bukaan dengan sudut kemiringan bukaan ventilasi dinding sebesar 30° dan dikombinasikan dengan bukaan atap dengan kemiringan 30°, 45°, 60°, dan ^°.

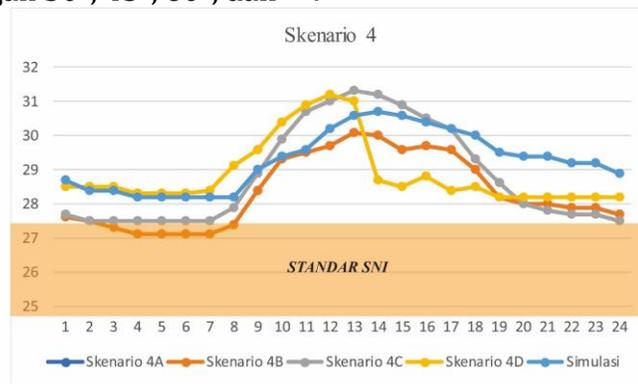


Gambar 4. Hasil Grafik Simulasi Skenario 3

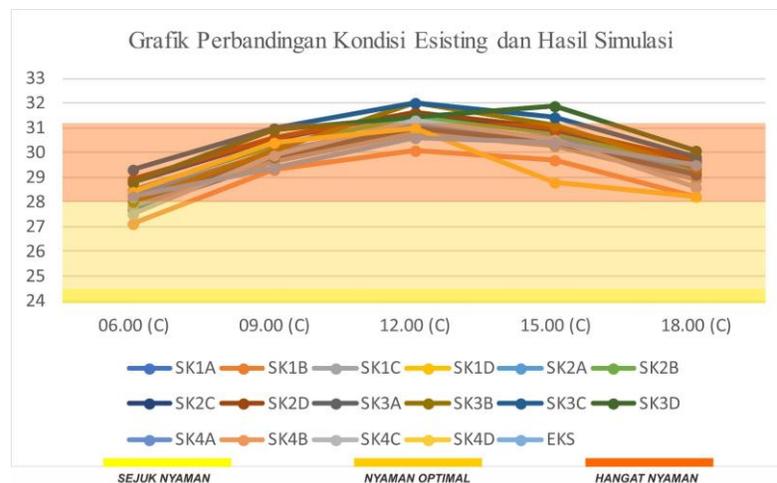
Berdasarkan hasil keempat kombinasi bukaan pada atap dan bukaan pada dinding, kombinasi terbaik merupakan bukaan atap yang memiliki kemiringan sudut 60° serta bukaan pada dinding yang memiliki kemiringan sudut 30°. Temperatur sebesar 1,9°C dapat diturunkan dengan menerapkan kombinasi tersebut dari 29,8°C menjadi 27,9°C diambil dari hasil simulasi dengan 5(lima) sample waktu, jika dilihat dalam grafik hasil menunjukkan keempat kombinasi tidak jauh berbeda. Temperatur menunjukkan nilai yang stabil pada jam 20.00 – 24.00 WIB. Kemudian mengalami peningkatan pada jam 07.00 – 12.00 WIB. dan mengalami penurunan pada jam 13.00 – 18.00 WIB. Sedangkan temperatur paling tertinggi terjadi pada jam 13.00 WIB mencapai 32°C. Berikut merupakan grafik perbandingan ke empat kombinasi yang sudah disimulasikan.

d. Skenario 4

Pada skenario 1(satu) terdapat beberapa perubahan arah buka bukaan dengan sudut kemiringan bukaan ventilasi dinding sebesar 30° dan dikombinasikan dengan bukaan atap dengan kemiringan 30°, 45°, 60°, dan 90°.



Gambar 5. Hasil Grafik Simulasi Skenario 4



Gambar 6. Grafik Perbandingan Kondisi Eksisting dan Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil keempat kombinasi bukaan pada atap dan bukaan pada dinding, kombinasi terbaik merupakan bukaan atap yang memiliki kemiringan sudut 90° serta bukaan dinding dengan kemiringan sudut 45°. Temperatur sebesar 3,1°C dapat

diturunkan dengan menerapkan kombinasi tersebut dari 29,8°C menjadi 26,7°C diambil dari hasil simulasi dengan 5(lima) sample waktu, jika dilihat dalam grafik hasil menunjukkan keempat kombinasi tidak jauh berbeda. Temperatur menunjukkan nilai yang stabil pada jam 04.00 – 07.00 WIB. Kemudian mengalami peningkatan pada jam 08.00 – 13.00 WIB. Dan mengalami penurunan pada jam 13.00 – 14.00 WIB. Sedangkan#temperatur#paling tertinggi#terjadi pada jam 11.00 WIB mencapai 31,2°C. Berikut merupakan grafik perbandingan ke empat kombinasi yang sudah disimulasikan.

4. Kesimpulan

Dari hasil rekomendasi yang sudah dilakukan, didapatkan hasil bahwa dengan perubahan sistem bukaan ventilasi dapat menurunkan temperatur ruang. Penurunan temperatur berkisar antara 1 – 2,9°C pada setiap kombinasi antara ventilasi dinding dan ventilasi atap. Sedangkan temperatur rata-rata setelah dilakukan rekomendasi mengalami penurunan dari 29,8°C menjadi 26,5°C. Temperatur rata-rata terendah terdapat pada kombinasi skenario 4A dengan sudut kemiringan bukaan 90° pada bukaan dinding dan 30° pada bukaan atap dan temperatur tertinggi terdapat pada kombinasi skenario 3D dengan sudut kemiringan bukaan 60° pada bukaan dinding dan jendela mati pada ventilasi atap. Sesuai dengan SNI temperatur yang ditunjukkan termasuk dalam kondisi antara nyaman optimal-hangat nyaman

Kemiringan Sudut pada ventilasi dinding dan atap berpengaruh terhadap penurunan temperatur pada gedung Islamic Center Pamekasan. Semakin besar sudut bukaan maka semakin besar turunnya temperatur udara. Sedangkan untuk luas ventilasi kondisi eksisting sebesar 198 m² dengan standar ventilasi gedung sebesar 230,4 m². Pada kondisi tersebut bukaan ventilasi tidak sesuai dengan standar. Setelah mengalami rekomendasi desain luas bukaan ventilasi menjadi sebesar 288 m² dengan standar ventilasi gedung sebesar 230,4 m². Pada kondisi tersebut bukaan ventilasi sesuai dengan standar gedung. Rekayasa ventilasi alami yang sudah dianalisis diharapkan mampu dapat menurunkan temperatur dalam ruang dan meningkatkan kenyamanan pengguna ruang.

Daftar Pustaka

- CIBSE. (1997). *Natural Ventilation in non-Domestic Building. Application Manual AM10*. London: the Chartered Institution of Building Services engineers.
- Departemen Agama RI. (1975). *Buku petunjuk Pelaksanaan Proyek Islamic Center di Seluruh Indonesia*. Jakarta: Departemen Agama RI.
- Lechner, N. (2014). *Heating, Cooling, Lighting 4rd*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Roaf, S. F., & Thomas, S. (2003). *Echohouse 2: A Design Guide*. Burlington: Architecture Press.
- Satwiko. (2009). *Fisika Bangunan*. Yogyakarta: ANDI.
- Badan Standarisasi Nasional. (2001). *Tata cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengondisian Udara pada Bangunan Gedung, SNI03-6572-2001*. Jakarta: BSN.
- Szokolay. (2004). *Introduction to Architectural Science: The Basis Of Sustainable Design*. Oxford: Architectural Press