Kondisi Kenyamanan Termal Material Selubung Bangunan Ruang Masjid Jami' Kabupaten Gresik

Hammam Rofiqi Agustapraja [1], Ainul Wafiq[2],
[1,2] Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan, Indonesia
Email: [1]hammamrofiqi@unisla.ac.id, [2]ainulwafiq99@gmail.com,

Abstract. *Thermal comfort is a crucial aspect in the design of mosques, which serve as places of worship often used for extended periods. This study examines the effectiveness of building envelope materials in maintaining thermal comfort at the Jami' Mosque in Gresik Regency. The main objective is to analyze the extent to which the envelope materials contribute to indoor thermal conditions. The research method involved measuring temperature and humidity levels both inside and outside the mosque, as well as analyzing the characteristics of the envelope materials. Thermal comfort was assessed using the Predicted Mean Vote (PMV) method, yielding an average value of 1.00, which corresponds to a Slightly Warm thermal sensation. These findings indicate that the current indoor thermal conditions are not yet fully optimal. Therefore, recommendations are provided to improve thermal performance through the use of more efficient envelope materials suited to the local climate.*

Keywords: *Building Envelope Materials, Jami Gresik Mosque, Thermal Comfort.*

Abstrak. *Kenyamanan termal merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan masjid sebagai ruang ibadah yang digunakan dalam waktu lama oleh jamaah. Penelitian ini mengkaji efektivitas material selubung bangunan dalam menjaga kenyamanan termal di Masjid Jami' Kabupaten Gresik. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sejauh mana material selubung bangunan berkontribusi terhadap kondisi termal di dalam ruang masjid. Metode yang digunakan meliputi pengukuran suhu dan kelembapan di dalam dan di luar bangunan, serta analisis karakteristik material selubung bangunan. Analisis kenyamanan termal dilakukan menggunakan metode PMV (Predicted Mean Vote), dan diperoleh hasil rata-rata sebesar 1,00 yang menunjukkan sensasi termal Agak Hangat. Temuan ini mengindikasikan bahwa kenyamanan termal di dalam ruang masjid belum sepenuhnya optimal. Oleh karena itu, rekomendasi diberikan untuk meningkatkan kinerja termal bangunan melalui pemilihan material selubung yang lebih efisien dan sesuai dengan iklim lokal.*

Kata Kunci: *Kenyaman Termal, Masjid Jami Gresik Material, Selubung Bangunan.*

1. Pendahuluan

Kenyamanan termal dalam bangunan ibadah seperti masjid merupakan faktor penting yang memengaruhi kenyamanan dan konsentrasi jamaah selama menjalankan ibadah (Kaymaz et al., 2016). Di Kabupaten Gresik, Masjid Jami' merupakan salah satu masjid bersejarah yang dikenal dengan arsitektur tradisionalnya (Hidayatullah et al., 2022), menggunakan beragam jenis material selubung bangunan yang telah berdiri sejak lama. Material selubung tersebut memiliki peran penting dalam mengatur isolasi termal dan menciptakan kenyamanan bagi jamaah (Vidiyanti et al., 2018).

Kenyamanan termal adalah kondisi ketika seseorang merasa puas terhadap lingkungan termalnya (Tan et al., 2018; Toisi & John, 2012), yang dipengaruhi oleh suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan udara, serta radiasi termal dari permukaan di sekitarnya (Cheung et al., 2019; Santoso, 2012). Dalam konteks masjid sebagai ruang ibadah yang digunakan secara kolektif dan dalam waktu yang cukup lama, pencapaian kenyamanan termal menjadi semakin krusial untuk menunjang kekhusyukan ibadah (Azmi & Ibrahim, 2020).

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menekankan pada desain arsitektur atau aspek visual dari masjid, sementara aspek kenyamanan termal—khususnya yang

berkaitan dengan performa material selubung bangunan—belum banyak dianalisis secara kuantitatif pada masjid-masjid tradisional di Indonesia, termasuk Masjid Jami' Gresik. Padahal, penggunaan material selubung yang tidak sesuai dapat mengakibatkan suhu dalam ruangan meningkat, sehingga berpotensi menurunkan tingkat kenyamanan jamaah (Ting, 2011).

Oleh karena itu, pengukuran suhu dan kelembapan pada Masjid Jami' Kabupaten Gresik menjadi penting dilakukan untuk mengevaluasi kinerja termal material selubung bangunan yang digunakan. Penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengisi *gap* tersebut melalui analisis termal berbasis metode PMV (Predicted Mean Vote) (Pourshaghaghy & Omidvari, 2012), guna memperoleh gambaran objektif mengenai tingkat kenyamanan termal di dalam masjid. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam rekomendasi perbaikan desain atau penggunaan material yang lebih efisien secara termal pada bangunan ibadah serupa di wilayah beriklim tropis.

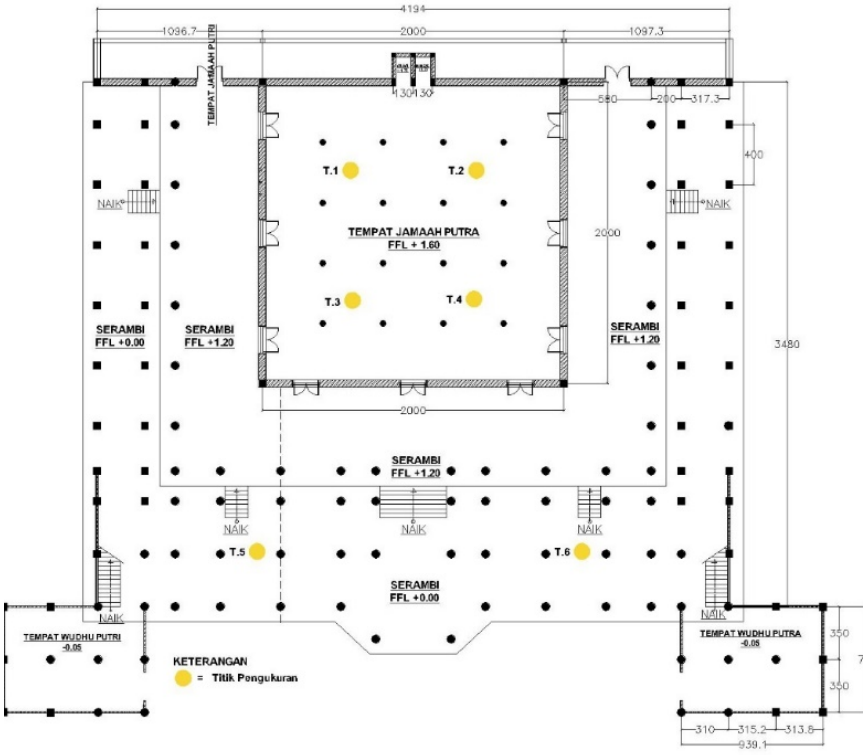
2. Metodologi

2.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif (Firmansyah, Dewa, et al., 2021; Firmansyah, Masrun, et al., 2021; Suliyanto, 2017) dengan melakukan pengukuran langsung terhadap suhu dan kelembapan udara di dalam ruang Masjid Jami' Kabupaten Gresik. Data dikumpulkan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi termal masjid (Prakoso et al., 2014).

Titik-titik pengukuran dipilih secara **purposive**, dengan mempertimbangkan representasi berbagai zona aktivitas utama di dalam masjid, seperti area shaf depan, tengah, dan belakang, serta area dekat dinding luar dan di bawah bukaan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan variasi kondisi termal yang terjadi di dalam ruang masjid.

Pengukuran dilakukan di ruang bangunan Masjid Jami' Kabupaten Gresik. Penelitian dilakukan pada bulan april tahun 2024. Posisi titik pengukuran pada ruang masjid jami' Kabupaten Gresik dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Titik Pengukuran

Titik pengukuran ditentukan untuk setiap sampel dari lantai yang dipilih sebagai sampel. Pengukuran dilakukan pada setiap titik pada ketinggian 800 cm di atas lantai dasar. Pada setiap titik pengukuran dipasang alat pengukur suhu/kelembaban *(termo-higrometer)* dan alat pengukur kecepatan

angin *(anemometer)*. Titik pengukuran ini ditentukan berdasarkan jumlah lantai bangunan. Terdapat beberapa titik pengukuran di setiap lantai dengan total 6 titik pengukuran. Dan untuk menghitung persamaan PMV dilakukan dengan menggunakan (perangkat lunak X 12) alat kenyamanan termal CBE *(Center For The Built Environment),* perangkat ini milik Berkeley University of California. atau dapat diakses melalui https://comfort.cbe.berkeley.edu/. (Mamesa & Purwanto, 2022).

Validasi data dilakukan melalui kalibrasi alat ukur sebelum digunakan, serta dengan pengukuran berulang pada waktu yang berbeda (pagi, siang, dan sore hari) untuk memastikan konsistensi dan reliabilitas hasil. Selain itu, pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan secara bersamaan di beberapa titik agar data dapat dibandingkan secara langsung antar lokasi dalam satu waktu tertentu.

2.2 Intrumen Penelitian

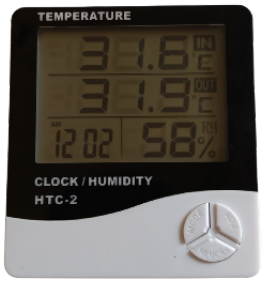
Pada penelitian ini menggunakan alat untuk membantu pengambilan data dan menganalisa data, diperlukan alat-alat yang mendukung sebagai berikut;

1. Kamera

   Kamera digunakan sebagai alat dokumentasi secara visual kondisi bangunan eksisting hingga bukaan Selubung Bangunan Masjid Jami' Kabupaten Gresik.
2. Meteran

   Sebagai alat pengukur jarak antar titik, ketinggian dan bukaan.
3. Termometer Digital *(termo-hygrometer)*

   Sebagai alat pengukur kondisi suhu dan kelembaban dalam bangunan maupun luar bangunan, alat yang digunakan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Termometer Digital *(termo-hygrometer)*

4. *Anemometer*

   Sebagai alat pengukur kecepatan angin dalam bangunan maupun luar bangunan (Gambar 3)

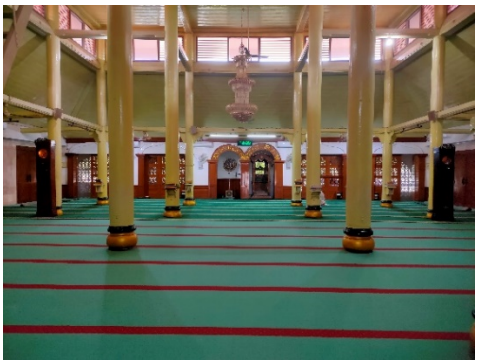


Gambar 3. Alat pengukur kecepatan angin *(Anemometer)*

3. Hasil & Pembahasan

3.1 Kondisi Bangunan Masjid Jami' Kabupaten Gresik

Masjid Jami Gresik telah melalui beberapa proses pembangunan dan saat ini sedang menjalani renovasi kecil-kecilan di beberapa tempat. Secara keseluruhan kondisi bangunan Masjid Jami Gresik sudah selesai, artinya pembangunan masjid sudah mencapai 96%. Ruangan-ruangan di Masjid Jami Gresik, seperti halnya masjid pada umumnya, dilengkapi dengan AC berupa kipas angin dan AC untuk menjaga suhu ruangan tetap nyaman, seperti terlihat pada gambar 4, yang menunjukkan suasana ruang sholat. Berikut merupakan kondisi bangunan Masjid Jami Gresik, seperti pada gambar 5, terlihat bentukan dan material selubung depan dari Masjid Jami' Gresik.



Gambar 4. Ruang Utama



Gambar 5. Tampak Depan

3.2 Hasil Titik Pengukuran

Faktor memengaruhi kondisi kenyamanan termal bangunan ini termasuk suhu/temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan angin, suhu radiasi, aktivitas, dan insulasi pakaian pengguna. Faktor paling dominan dari faktor-faktor ini adalah suhu udara. Data Kondisi ruang saat ini di Masjid JamiKabupaten Gresik diukur dengan data ini.

1. Pengukuran Temperatur Udara

Tabel 1. Hasil Rata-rata temperatur udara

Pukul	***Temperatur Udara (°C)***					
	Titik					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
04.00-05.00	29,2	28,5	29,7	29,4	29,8	29,6
11.30-12.30	31,4	31,4	31,9	31,8	32,7	32,5
14.30-15.30	31,9	32,1	31,7	31,5	32,2	32,4
17.00-18.00	31,3	31,8	31,5	31,1	32,2	32,3
19.00-20.00	30,6	30,6	31,5	31,4	30,7	30,5

Berdasarkan tabel 1 diatas, rata – rata hasil pengukuran temperatur udara menunjukan bahwa mulai pukul 04.00 sampai dengan pukul 20.00, temperatur udara terendah berada pada titik 2 dengan suhu rata – rata 28,5 ºC sedangkan temperatur udara tertinggi berada pada titik 1 dengan suhu rata – rata 32,7 ºC.

2. Pengukuran Kelembapan Udara

Berdasarkan tabel 2 diatas, rata – rata hasil pengukuran Kelembapan Udara menunjukan bahwa mulai pukul 04.00 sampai dengan pukul 20.00, kelembapan udara terendah berada pada titik 4 dengan

kelembapan udara rata – rata 42,5 % sedangkan kelembapan udara tertinggi berada pada titik 6 dengan kelembapan udara rata – rata 57,0 %.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Kelembapan Udara

Pukul	***Kelembapan Udara (%)***					
	Titik					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
04.00-05.00	47,0	50,0	48,5	51,5	49,5	51,0
11.30-12.30	49,0	48,0	51,0	51,5	52,0	55,5
14.30-15.30	49,0	49,5	50,0	50,5	56,5	56,0
17.00-18.00	47,0	45,5	47,5	42,5	52,5	57,0
19.00-20.00	43,0	45,0	44,0	43,0	54,0	55,0

3. Hasil pengukuran kecepatan angin

Berdasarkan tabel 3 diatas, rata – rata hasil pengukuran kecepatan angin menunjukan bahwa mulai pukul 04.00 sampai dengan pukul 20.00, kecepatan angin terendah berada pada titik 2 dan 4 dengan kecepatan rata – rata 0,2 m/s sedangkan kecepatan angin tertinggi berada pada titik 2 dengan kecepatan rata – rata 0,9 m/s.

Tabel 3. Hasil Rata-rata kecepatan angin

Pukul	***Kecepatan Angin (M/S)***					
	Titik					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
04.00-05.00	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3
11.30-12.30	0,5	0,6	0,5	0,0	0,6	0,6
14.30-15.30	0,4	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6
17.00-18.00	0,3	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4
19.00-20.00	0,2	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4

4. Nilai Temperatur Radiasi

Pada Tabel 4, menjelasakan pengukuran suhu udara di dalam Masjid Jami' Kabupaten Gresik dilakukan di enam titik berbeda pada lima rentang waktu dalam satu hari, untuk mengetahui pola fluktuasi termal ruang dalam. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu terendah terjadi pada rentang waktu 04.00–05.00 dengan kisaran suhu antara 28,5°C hingga 29,8°C. Suhu ini tergolong relatif sejuk, mencerminkan kondisi termal dini hari sebelum matahari terbit.

Tabel 4. Hasil Rata-rata Temperatur Radiasi

Pukul	***Temperatur Udara (°C)***					
	Titik					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
04.00-05.00	29,2	28,5	29,7	29,4	29,8	29,6
11.30-12.30	31,4	31,4	31,9	31,8	32,7	32,5
14.30-15.30	31,9	32,1	31,7	31,5	32,2	32,4
17.00-18.00	31,3	31,8	31,5	31,1	32,2	32,3

19.00-20.00	30,6	30,6	31,5	31,4	30,7	30,5

Memasuki waktu menjelang siang, yaitu pukul 11.30–12.30, terjadi peningkatan suhu yang signifikan. Suhu udara di dalam masjid tercatat antara 31,4°C hingga 32,7°C, dengan titik terpanas berada di titik 5, yang diduga berdekatan dengan area dinding luar atau area yang lebih terpapar radiasi matahari. Kondisi ini berlanjut pada rentang waktu 14.30–15.30, dengan suhu berkisar antara 31,5°C hingga 32,4°C, menunjukkan bahwa akumulasi panas dalam bangunan masih tinggi meskipun matahari sudah mulai bergeser dari posisi puncaknya.

Menjelang sore hari, pada pukul 17.00–18.00, suhu mulai menurun secara perlahan, berada dalam rentang 31,1°C hingga 32,3°C. Hal ini menandakan proses pendinginan alami mulai terjadi meskipun suhu dalam ruangan masih terasa hangat. Pada malam hari, yaitu pukul 19.00–20.00, suhu udara menurun lebih lanjut, dengan kisaran antara 30,5°C hingga 31,5°C. Meskipun terjadi penurunan, suhu ini masih berada di atas kisaran suhu nyaman menurut standar kenyamanan termal di iklim tropis, yakni antara 24°C hingga 28°C.

Secara umum, data ini menunjukkan bahwa suhu udara di dalam masjid relatif tinggi sepanjang hari, dengan suhu puncak terjadi pada siang hingga sore hari. Titik 5 dan titik 6 secara konsisten mencatat suhu tertinggi, yang mengindikasikan kemungkinan pengaruh dari arah orientasi bangunan, paparan sinar matahari langsung, atau kurangnya ventilasi di area tersebut. Temuan ini menegaskan pentingnya evaluasi terhadap material selubung bangunan dan sistem ventilasi masjid dalam mendukung kenyamanan termal jamaah.

5. Aktivitas Pengguna atau Nilai Metabolisme

Aktivitas pengguna atau nilai metabolisme pengguna Masjid JamiGresik didapat dari hasil pengamatan secara langsung di ruang dalam masjid, dengan cara melihat akfivitas pengguna, kemudian membandingkan hasil pengamatan dengan standar peraturan yang memuat nilai metabolisme. Aktivitas didalam ruangan masjid yaitu beribadah (sholat, wiridan, iktikaf, tadarus Al – Qur'an), aktivitas tersebut termasuk dalam kategori (berdiri, aktivitas medium) sehingga nilai metabolisme pengguna di ruang dalam masjid jami' gresik sebesar 2 atau setara dengan 116 W/m2.

6. Insulasi Pakaian

Berdasarkan nilai insulasi pengguna masjid sebesar 0.074 W/m2k atau 0.33 Clo, atau dapat ditunjukan pada Tabel 5. dibawah ini.

Tabel 5. Nilai Insulasi Pakaian Pengguna

No	*Jenis Pakaian*	*Clo*	*W/M2k*
1	Pakaian Lengan Pendek	0,09	0,029
2	Celana Dalam	0,04	0,006
3	Celana Panjang Normal	0,2	0,039
Jumlah		0,33	0,074

7. Analisis Persamaan Nilai PMV

Dari nilai rata – rata tersebut dihitung menggunakan persamaan Predicted Mean Vote (PMV). untuk menghitung persamaan PMV dilakukan dengan menggunakan (perangkat lunak X 12) alat kenyamanan termal CBE (Center For The Built Environment), perangkat ini milik Berkeley University of California. atau dapat diakses melalui https://comfort.cbe.berkeley.edu/. (Mamesa & Purwanto, 2022). Hasil perhitungan dapat ditunjukan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Rata-rata PMV

Pukul	*Temperat Udara*	*Temperatur Radiasi*	*Kecepatan Angin*	*Kelembapan Udara*	*Insulasi Pakaian*	*Nilai Metabolisme*	*PMV*	*Sensasi Termal*	*PDD*
	(°C)	**(°C)**	**(m/s)**	**(%)**	**(Clo)**	**(W/m2)**			**%**
04.00-05.00	29,4	29,4	0,3	49,6	0,33	116	0,39	Netral	8
11.30-12.30	31,9	31,9	0,4	51,2	0,33	116	1,36	Sedikit Hangat	43
14.30-15.30	32	32	0,6	51,9	0,33	116	1,29	Sedikit Hangat	40
17.00-18.00	31,7	31,7	0,4	48,7	0,33	116	1,14	Sedikit Hangat	32
19.00-20.00	30,9	30,9	0,4	47,3	0,33	116	0,84	Sedikit Hangat	20

Berdasarkan nilai PMV diatas dapat dilihat bahwa indeks kenyamanan termal PMV pada ruang dalam Masjid Jami Gresik mulai pukul 04.00 sampai 11.30 cenderung meningkat menuju sedikit hangat, kemudian pada pukul 14.30 sampai 18.00 masih tetap dalam keadaan sedikit hagat dan pada pukul 18.00 sampai 20.00 juga masih menuju arah sedikit hangat. Dengan demikian menurut teori persamaan PMV bisa dikatakan sensasi ruang dalam Masjid Jami Gresik yakni naik – turun. Adapun rata – rata nilai PMV selama pukul 04.00 sampai pukul 20.00 sebesar 0,39 nilai tersebut termasuk dalam kategori Netral.

3.3 Analisis Material Selubung Bangunan

Material selubung yang digunakan di Masjid Jami' Gresik sebagian besar adalah batu bata dan kayu. Batu bata memiliki sifat termal yang baik dalam menyerap dan menyimpan panas, sedangkan kayu membantu dalam ventilasi alami. Kombinasi kedua material ini membantu menjaga kenyamanan termal di dalam masjid.

Batu bata memiliki kapasitas panas yang tinggi, yang berarti dapat menyimpan sejumlah besar panas. Ini membantu dalam menjaga suhu dalam ruangan tetap stabil, terutama selama perubahan suhu harian. Kayu memiliki sifat isolasi yang baik, yang dapat membantu mengurangi panas yang masuk ke dalam bangunan dari luar. Ini sangat bermanfaat dalam menjaga suhu dalam ruangan tetap nyaman selama hari yang panas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kenyamanan termal di Masjid Jami' Kabupaten Gresik, dapat disimpulkan beberapa temuan utama sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran menggunakan metode Predicted Mean Vote (PMV) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 1,00, yang tergolong dalam kategori sensasi termal "Agak Hangat". Temuan ini mengindikasikan bahwa kondisi termal di dalam masjid belum sepenuhnya optimal untuk mendukung kenyamanan jamaah, khususnya saat intensitas penggunaan tinggi. Faktor-faktor yang memengaruhi kondisi ini meliputi material bangunan, iklim lokal, jumlah pengguna, serta keberadaan karpet tebal yang berpotensi menghambat distribusi dingin dari sistem pendingin.
2. Material selubung bangunan yang digunakan, seperti batu bata dan kayu, terbukti memiliki kontribusi signifikan dalam menjaga stabilitas termal ruangan. Material ini efektif dalam meredam fluktuasi suhu serta mempertahankan tingkat kelembapan yang relatif nyaman. Penggunaan material dengan sifat isolasi termal yang baik tidak hanya membantu menstabilkan suhu dalam ruangan, tetapi juga berimplikasi pada pengurangan ketergantungan terhadap sistem pendingin buatan, yang pada gilirannya mendukung upaya efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

3. Kontribusi ilmiah dari penelitian ini terletak pada pemetaan hubungan antara jenis material selubung bangunan tradisional dan performa termalnya dalam konteks bangunan ibadah di iklim tropis. Studi ini memperkuat pemahaman bahwa pendekatan pasif melalui pemilihan material yang tepat dapat menjadi solusi efektif dan berkelanjutan untuk menciptakan kenyamanan termal di masjid, tanpa sepenuhnya bergantung pada teknologi pendingin aktif.
4. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya perancangan masjid yang lebih sadar iklim, dengan mempertimbangkan material lokal yang memiliki performa termal baik, serta optimalisasi ventilasi dan orientasi bangunan. Rekomendasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam konservasi masjid-masjid bersejarah atau pembangunan masjid baru yang mengutamakan efisiensi energi dan kenyamanan jamaah.

Referensi

Azmi, N. A., & Ibrahim, S. H. (2020). A comprehensive review on thermal performance and envelope thermal design of mosque buildings. *Building and Environment*, *185*, 107305. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107305

Cheung, T., Schiavon, S., Parkinson, T., Li, P., & Brager, G. (2019). Analysis of the accuracy on PMV – PPD model using the ASHRAE Global Thermal Comfort Database II. *Building and Environment*, *153*, 205–217. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.055

Firmansyah, M., Dewa, I., & Yudha, K. (2021). *Esensi Perbedaan Metode Kualitatif Dan Kuantitatif* (Vol. 3, Issue 2).

Firmansyah, M., Masrun, M., & Yudha S, I. D. K. (2021). ESENSI PERBEDAAN METODE KUALITATIF DAN KUANTITATIF. *Elastisitas - Jurnal Ekonomi Pembangunan*, *3*(2), 156–159. https://doi.org/10.29303/e-jep.v3i2.46

Hidayatullah, M. S., Agustapraja, H. R., Kartikasari, D., & Affandy, N. A. (2022). Preservation of the Architecture Of Jami' Gresik Mosque As A Guardian Of The Historic Image Of Gresik City Spiritual Place. *Proceedings of the 1stInternational Conference on Environmental Health, Socioeconomic and Technology*, *01*, 70–83. https://conference.unisla.ac.id/index.php/icehst/

Kaymaz, E., Senkal Sezer, F., & Professor, A. (2016). The User's Perception of Indoor Comfort Conditions in Historical Mosques: The Case of Bursa, Turkey. In *International Journal of Humanities and Social Science* (Vol. 6, Issue 9). www.ijhssnet.com

Mamesa, C., & Purwanto, L. (2022). Eksplorasi Software CBE Thermal Comfort Tool Sebagai Perhitungan Kenyamanan Termal. *JoDA Journal of Digital Architecture*, *1*(2), 90–97. https://doi.org/10.24167/joda.v1i2.4305

Pourshaghaghy, A., & Omidvari, M. (2012). Examination of thermal comfort in a hospital using PMV–PPD model. *Applied Ergonomics*, *43*(6), 1089–1095. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.03.010

Prakoso, N. A., Lamahala, A. K., Sentanu, G., Teknik, J., Sipil, A.-F. T., & Perencanaan, D. (2014). Kajian Penerapan Material pada Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual. In *Jurnal Reka Karsa © Jurusan Teknik Arsitektur Itenas* | (Vol. 2, Issue 2). www.rumah.com

Santoso, E. I. (2012). *KENYAMANAN TERMAL INDOOR PADA BANGUNAN DI DAERAH BERIKLIM TROPIS LEMBAB*.

Suliyanto. (2017). Pelatihan Metode Pelatihan Kuantitatif. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *5*(2), 223–232.

Tan, Z., Roberts, A. C., Christopoulos, G. I., Kwok, K. W., Car, J., Li, X. Z., & Soh, C. K. (2018). Working in underground spaces: Architectural parameters, perceptions and thermal comfort measurements. *Tunnelling and Underground Space Technology*, *71*(September 2017), 428–439. https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.09.002

Ting, D. S.-K. (2011). Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings. *International Journal of Environmental Studies*, *68*(6), 983–993. https://doi.org/10.1080/00207233.2011.568677

Toisi, N. H., & John, K. W. (2012). PENGARUH LUAS BUKAAN VENTILASI TERHADAP PENGHAWAAN ALAMI DAN KENYAMANAN THERMAL PADA RUMAH TINGGAL HASIL MODIFIKASI DARI RUMAH TRADISIONAL MINAHASAI. *Daseng: Jurnal Arsitektur*, *1*(1), 66–73.

Vidiyanti, C. , Tambunan, S. F. D. B. , & Alfian, Y. (2018). KUALITAS PENCAHAYAAN ALAMI DAN PENGHAWAAN ALAMI PADA BANGUNAN DENGAN FASADE ROSTER (Studi kasus: Ruang sholat Masjid Bani Umar Bintaro). *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan, Dan Lingkungan* , *7*(2), 99–106.