

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN MASJID SMA DI KOTA BANDUNG

(Thermal Comfort Analysis of High School Mosque Building in Bandung City)

Nisrina Luthfiyah Zahran¹; Karina Salsabila²; Try Ramadhan³; Johar Maknun⁴

Universitas Pendidikan Indonesia, Pendidikan Teknik Arsitektur

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Kota Bandung, Jawa Barat 40154

¹nisrinaluthza@upi.edu; ²karinasalsabilaaa@upi.edu; ³tryramadhan@upi.edu; ⁴joharmaknun@upi.edu

Abstract

Mosque is a central place for Muslims to worship. The mosque at school is one type of mosque which is used by students and teachers, but also congregational prayer. Due to the large number of students and teachers entering the mosque, this can cause uncomfortable and un-solemn conditions. Therefore, it is important to pay attention to the comfort quality of the school mosque for the worshippers, one of which is the thermal aspect. This research aims to evaluate the thermal comfort quality of high school mosques and give design recommendations. The case study of this research in SMA Pasundan 1 Bandung. The method used in this study is quantitative descriptive approach. CBE Thermal Comfort tools were used to analyze the PMV (Predicted Mean Vote) from the data that was taken in the case study and confirm through user interviews and distribution of perception questionnaires. Mahoney table also used to give design recommendations for case study. The result shows that this mosque gets a slightly warm sensation on all measurement places without any person inside. However, respondents stated that it would feel hotter if fulfilled by people, especially in the congregational prayer times. Several recommendations obtained from mahoney table such as, changing building to north-south orientation, adding indoor open space with wind penetration or circulation, sizing the opening around 25%-40% of the building area with a human-sized opening, wall covering materials and roof coverings use materials with a short propagation time.

Keywords: *Thermal comfort, school mosque, PMV, mahoney table.*

Abstrak

Masjid merupakan tempat sentral bagi umat Islam untuk beribadah. Masjid sekolah menjadi salah satu jenis masjid yang digunakan oleh siswa dan guru tidak hanya untuk shalat secara individu, tetapi juga salat berjamaah. Dengan banyaknya siswa dan guru yang masuk ke dalam masjid, hal ini menyebabkan kondisi tidak nyaman dan tidak khushyuk seperti terasa panas akibat kapasitas di dalam ruang yang terbatas. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan kualitas kenyamanan masjid sekolah bagi jamaahnya, salah satunya adalah aspek termal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas kenyamanan termal masjid SMA dan memberikan rekomendasi desain. Studi kasus penelitian ini berlokasi di SMA Pasundan 1 Bandung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kuantitatif. Alat CBE Thermal Comfort digunakan untuk menganalisis PMV (Predicted Mean Vote) dari data yang diambil dalam studi kasus dan konfirmasi melalui wawancara pengguna dan penyebaran angket persepsi. Tabel mahoni juga digunakan untuk memberikan rekomendasi desain studi kasus. Hasil studi ini menunjukkan bahwa masjid SMA Pasundan 1 Bandung mendapat sensasi yang sedikit hangat di semua tempat pengukuran tanpa ada orang di dalamnya. Namun, responden menyatakan akan terasa lebih panas jika dipenuhi oleh orang-orang, terutama pada waktu-waktu salat berjamaah. Beberapa rekomendasi yang diperoleh dari tabel mahoney seperti mengubah bangunan ke orientasi utara-selatan, menambah ruang terbuka dalam ruangan dengan penetrasi atau sirkulasi angin, ukuran bukaan 25-40% luas bangunan dengan tinggi bukaan seukuran manusia, material penutup dinding dan penutup atap menggunakan bahan dengan waktu rambat yang singkat.

Kata kunci: Kenyamanan termal, masjid sekolah, PMV, tabel mahoni.

Pendahuluan

Masjid merupakan tempat umat Islam melakukan berbagai kegiatan keagamaan. Masjid memiliki banyak peran dan fungsi yang lebih dari sekadar tempat sujud sesuai dengan makna harfiahnya (Rifa'i, 2022). Kegiatan-kegiatan di masjid tidak hanya mengakomodasi kebutuhan individu untuk shalat, tetapi juga secara berjamaah (Perwira, 2018). Selain shalat lima kali sehari, masjid juga berperan sebagai pusat pendidikan (Nur, 2017). Kenyamanan saat melaksanakan aktivitas di dalam masjid merupakan hal utama yang mendukung kelancaran dalam melaksanakan aktivitas-aktivitas tersebut. Kota Bandung merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang relatif tinggi sepanjang tahun. Oleh karenanya, masjid di Kota Bandung perlu dirancang sedemikian rupa dengan mempertimbangkan faktor-faktor kenyamanan termal yang optimal agar dapat memenuhi kebutuhan dan kenyamanan jamaah dalam menjalankan ibadah.

Masjid sekolah memiliki potensi sebagai ruang eksplorasi pendidikan karakter, mengingat masjid merupakan tempat yang suci dan sakral dalam lingkungan sekolah dibandingkan dengan ruangan lainnya (Najib & Wiyani, 2014). Hal tersebut diterapkan juga pada Masjid SMA Pasundan 1 Bandung. Selain digunakan untuk melaksanakan ibadah shalat selama jam sekolah yaitu waktu salat dzuhur dan salat ashar, masjid juga digunakan untuk pembelajaran praktik agama Islam dan pembentukan karakter siswa/i. Tidak sedikit siswa/i maupun guru pengguna bangunan Masjid SMA Pasundan 1 Bandung mengeluhkan faktor suhu udara dalam masjid yang terasa panas. Tidak jarang ketika pelaksanaan shalat dzuhur siswa/i perlu bergantian dalam pelaksanaan beribadah dikarenakan keterbatasan tempat dan suhu udara umumnya waktu siang hari yang terasa panas. Selain itu ruangan untuk siswa berwudu yang bersebelahan dengan ruang sholat dan minimnya ventilasi udara dalam ruangan yang dapat meningkatkan kelembaban ruangan dan timbul rasa tidak nyaman dari pengguna. Hal-hal tersebut

yang melatarbelakangi penelitian ini, karena kenyamanan termal merupakan salah satu syarat yang perlu dipenuhi dari keandalan bangunan.

Salah satu faktor penting dalam mempengaruhi kualitas bangunan merupakan faktor dari kenyamanan bangunan tersebut. Dalam konteks bangunan, kenyamanan mengacu pada keadaan di mana bangunan memberikan penghuni perasaan nyaman dan menyenangkan. Oleh karena itu, kenyamanan termal tidak hanya tergantung pada suhu udara, tetapi juga dapat dinilai berdasarkan tingkat kenyamanan yang dirasakan individu terhadap kondisi termal di sekitarnya.

Kenyamanan termal merupakan sebuah keadaan pikiran manusia dalam mengekspresikan kepuasan pada lingkungan sekitar. Kenyamanan terjadi apabila terdapat keseimbangan antara panas tubuh yang setara dengan pelepasan dan perolehan pada tubuh. (Latifah, 139).

Dengan pendekatan ergonomisnya, konsep kenyamanan mencerminkan bahwa kenyamanan adalah kondisi subjektif yang sangat dipengaruhi oleh individu yang mengalaminya. Kenyamanan termal adalah suatu kondisi di mana manusia merasa puas dengan lingkungan termal yang ada (Zabdi, 2016)

Dalam mengukur penelitian kenyamanan termal penghuni sebuah bangunan dapat dilakukan dengan nilai Predicted Mean Vote (PMV). PMV merupakan suatu metode yang dirancang untuk memperkirakan tingkat kenyamanan termal manusia dengan mempertimbangkan variabel lingkungan seperti suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, suhu permukaan, serta faktor-faktor aktivitas fisik dan pakaian yang dikenakan (Kaharu et al., 2017).

Indeks PMV ini berkisar dari -3 (sangat dingin) sampai dengan +3 (sangat panas). Nilai nol adalah netralitas termal tapi bukan berarti kenyamanan termal. Temperatur operatif dikenal sebagai temperatur resultan atau temperatur resultan kering, tetapi berganti nama untuk menyelaraskan dengan ASHRAE dan standar ISO.

Kenyamanan termal aktual dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan dan individu, seperti suhu udara, kecepatan angin, kelembaban relatif, kondisi sekitar, jenis pakaian yang dipakai, metabolisme panas tubuh, adaptasi terhadap suhu, kesehatan, preferensi pribadi, dan akses terhadap makanan dan minuman.

Pada penelitian Chandra & Azizah (2023) dalam rangka mengevaluasi kenyamanan termal pada Masjid Fadlurrahman yang terletak di lantai 2 dengan kapasitas sekitar 200 jamaah pada kondisi normal, dan 80 jamaah selama masa pandemi, diperlukan penelitian lebih lanjut. Masjid Fadlurrahman memiliki sedikit bukaan yang terdiri dari pintu dan jendela boven, dan terletak bersebelahan dengan Fakultas Ilmu Kesehatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran suhu, kelembaban, dan angin untuk mengevaluasi kenyamanan termal di dalamnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, Mamesa & Purwanto (2022) melakukan perhitungan terkait kenyamanan termal menggunakan *software CBE. Thermal Comfort Tool* merupakan suatu perangkat lunak berbasis web yang secara gratis digunakan untuk menghitung dan memvisualisasikan kenyamanan termal sesuai dengan standar yang berlaku. Untuk memperkuat keandalan prediksi sensasi dan kenyamanan termal, Lahji & Puspitasari (2021) dengan menggunakan alat bantu PMV (*Predictive Thermal Comfort*), dapat melakukan perhitungan mengenai sensasi kenyamanan ruangan. Analisis PMV ini bermanfaat dalam mengidentifikasi tingkat suhu udara dan kecepatan angin di dalam ruangan.

Penelitian lain menunjukkan bahwa untuk kegiatan sholat sehari-hari dengan jumlah jamaah yang tidak terlalu banyak, biasanya mencapai kenyamanan termal di dalam ruang masjid. Namun, saat salat jumat dengan kapasitas penuh, ruangan dapat menjadi panas dan pengap. Umumnya digunakan kipas angin listrik agar ruangan tidak terlalu pengap. Namun, tindakan ini tidak memberikan banyak bantuan jika bangunan memiliki sistem ventilasi yang buruk, dan hanya menambah biaya belaka (Indrayadi, 2011). Untuk

mengatasi permasalahan tersebut, peneliti (Monica dkk., 2022) menggunakan persamaan PMV (*Predicted Mean Vote*) untuk menilai tingkat kenyamanan termal di dalam ruangan. Nilai PMV dipengaruhi oleh dua faktor, yang kemudian dibagi menjadi empat variabel klimatis dan dua variabel fisiologis. Faktor Klimatis meliputi tingkat suhu udara, radiasi suhu, kelembaban udara, dan kecepatan udara. Variabel klimatis ini berhubungan dengan kondisi iklim lingkungan, sedangkan dua variabel fisiologis merupakan tingkat aktivitas dan insulasi pakaian yang digunakan.

Masalah kenyamanan pada studi kasus ini akan dikaitkan dengan aktivitas utama masjid (yaitu shalat fardhu selama waktu pembelajaran). Banyaknya populasi siswa/i dan guru pada sekolah SMA Pasundan 1 Bandung berbanding dengan keadaan Masjid yang ada dalam sekolah. Penelitian terkait kenyamanan termal pada bangunan pendidikan memang sangat penting, terkhusus yang berada pada kawasan urban (Ramadhan dkk., 2021). Selain itu, banyaknya siswa/i maupun guru yang melakukan ibadah shalat diwaktu yang bersamaan dan banyaknya siswa/i yang mengantri untuk melakukan wudu. Sehingga, aktivitas ibadah dalam masjid ini kadang kurang kondusif.

Lalu, kegiatan salat jumat pada siang hari, suhu udara yang panas karena banyaknya penghuni di dalam masjid. Banyaknya penghuni tersebut bukan hanya siswa maupun guru, terkadang masjid digunakan untuk umum ketika solat Jumat. Selain itu pula shalat dhuha pun sering dilaksanakan di dalam masjid, namun dikarenakan waktu dhuha dilaksanakan pagi hari dimana udara masih terhitung sejuk juga tak banyak yang melaksanakan maka tidak menjadi permasalahan yang cukup besar, dan juga dilaksanakan kegiatan pembelajaran keagamaan seperti praktik salat jenazah, tes hafalan dan kegiatan - kegiatan keagamaan lainnya yang tentunya melibatkan banyak orang. Maka dari itu, kita perlu mengetahui tingkat Kenyamanan Termal yang berada pada bangunan masjid ini sehingga dapat memberikan solusi untuk mengatasinya dengan pertimbangan kenyamanan termal tersebut.

Metode

Sensasi dan kenyamanan termal diukur menggunakan model PMV Predicted Mean Vote, Nilai PMV Prediction Mean Vote merupakan skala untuk mengindikasikan rasa dingin dan hangat yang dirasakan oleh manusia terhadap suatu ruangan, selain itu data hasil pengukuran PMV Prediction Mean Vote akan dibandingkan dengan sensasi nyaman termal secara subjektif yang akan diukur secara kualitatif dengan menggunakan wawancara, dilaksanakan terhadap guru pada sekolah tersebut. Untuk memunculkan solusi terhadap bangunan maka metode mahoney solusi yang paling tepat, dimana tabel ini menjelaskan terkait saran apa saja yang harus ada dalam suatu bangunan.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Teknik pengambilan sampel umumnya dilakukan *non-probability sampling* (Syardiansyah dkk., 2020). Dengan metode pengumpulan data menggunakan metode survei. Menggunakan instrumen penelitian yaitu kuesioner dimana pengumpulan data dilakukan melalui formulir yang berisi pertanyaan-pertanyaan untuk memperoleh informasi yang diperlukan, Kuesioner tersebut diserap dengan menggunakan snowball sampling, yaitu proses pemilihan sampel menggunakan jaringan individu, komunitas, atau organisasi. (Hanifah, 2016). Untuk memperkuat hasil survei kuesioner, peneliti menggunakan PMV.

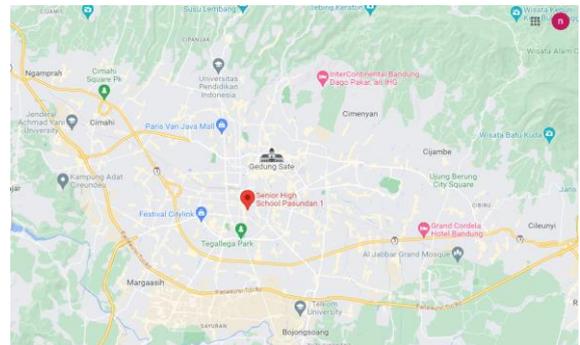
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam pembahasan ini terdapat tiga sub bab pembahasan, yaitu pembahasan mengenai pengukuran kenyamanan termal, persepsi, dan solusi perancangan bangunan masjid.

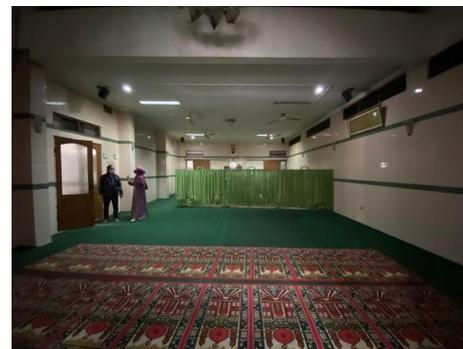
Kenyamanan termal di bangunan masjid

Kenyamanan termal adalah suatu kondisi bagi manusia untuk merasa puas dengan lingkungan termalnya. (Istiningrum dkk., 2017) Prinsip kenyamanan termal adalah menciptakan keseimbangan antara suhu tubuh dan suhu lingkungan. Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang juga memiliki tingkat kelembaban yang

cukup tinggi. Hal ini mempengaruhi tingkat kenyamanan termal pada suatu bangunan. Salah satu contohnya adalah pada bangunan masjid di SMA Pasundan 1 Bandung. Masjid ini merupakan bagian dari bangunan sekolah. Biasanya digunakan oleh siswa dan guru untuk shalat dan kegiatan belajar agama lainnya seperti praktik salat jenazah, tes hafalan, dan kegiatan keagamaan lainnya. Kapasitas masjid melibatkan banyak orang. Lebar masjid ini adalah 7,95 m dengan panjang 18,8 m². Masjid ini memiliki tiga pintu saja, yaitu pintu masuk masjid dan dua pintu tempat wudu. Masjid ini terletak di dalam gedung sekolah, tepatnya di SMA Pasundan 1 Bandung, jalan Balonggede, nomor 28, Balonggede, kecamatan Regol, Kota Bandung, Jawa Barat 40251 (Data Pendidikan Kemendikbud Ristek, n.d.). Kota Bandung termasuk iklim tropis lembab dengan suhu rata-rata 18-29 dengan suhu kelembaban relatif rata-rata 74%. (Portal Data Kota Bandung, 2020)



Gambar 1: Peta lokasi
(Sumber: google.co.id/maps, 2021)



Gambar 2: Tempat Salat
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2021)



Gambar 3: Tempat wudu
(Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2021)

Hasil pengukuran termal pada bangunan dihitung menggunakan perangkat PMV dan PPD. Penyelesaian persamaan PMV dan PPD memerlukan program komputer karena nilai h_c dan t_{cl} saling bergantung. (Sazali dkk., 2019) Program yang digunakan adalah CBE Thermal Comfort Tool untuk ASHRAE-55.5. Dalam Program Thermal CBE, ASHRAE menjelaskan bahwa grafik psikometrik ini adalah suhu operasi dan untuk setiap titik suhu bola kering sama dengan suhu radiasi rata-rata (MRT DST). Thermal CBE menghasilkan nilai PMV dan PPD berdasarkan data input. Data tersebut adalah suhu udara, nilai insulasi pakaian (clo), suhu pancaran, kecepatan angin, kelembaban relatif, dan nilai metabolisme (met). PMV dan PPD yang dihasilkan mengacu pada ASHRAE-55.

Tabel 1: Daftar Aktivitas dan Jenis Pakaian

Aktivitas	Berdiri	1,2 m
Pakaian	Celana olahraga dan kaos lengan panjang	0,74 clo

(Sumber: Ramadhan et al., 2020)

Selain itu, data dari pengukuran PMV akan dibandingkan dengan sensasi subjektif kenyamanan termal yang akan dikonfirmasi dengan wawancara pengguna. Wawancara dilakukan dengan guru di SMA Pasundan 1 Bandung. Untuk mendapatkan solusi bangunan, metode mahoni dianggap sebagai solusi yang paling tepat, yang menyediakan tabel yang menjelaskan saran apa yang harus digunakan dalam bangunan.



Gambar 4: Thermo Hygrometer
Sumber: pce-Instruments.com

Penulis melakukan pengukuran pada tanggal 11 Desember 2020. Untuk mengukur suhu dan kelembaban pada perangkat PMV dan diperlukan alat ukur. Dalam penelitian ini alat ukur yang digunakan adalah thermo hygrometer. Alat tersebut digunakan untuk mengukur kecepatan angin, kelembaban dan suhu ruangan. Penetapan titik ukur pengamatan area yang digunakan untuk beribadah (salat) yang memiliki luas kurang lebih 150 m². Karena area shalatnya tidak terlalu luas, peneliti hanya membaginya dengan tiga titik ukur. Titik awalnya adalah di area shalat pria, kemudian bergeser ke area shalat wanita dan terakhir ke area wudu.

Tabel 2: Temperatur, Kecepatan Angin dan Kelembaban Area Salat Laki - laki

Waktu	T ^o C	RH (%)	V (m/s)
07:00	23	67	0,1
08:00	23,5	60	0,28
09:00	25	52	0,21
10:00	26,3	52	0,30
11:00	27,5	56	0,12
12:00	27	56	0,21
13:00	27,8	40	0,33
14:00	27,3	45	0,61
15:00	25,7	56	0,44
16:00	26,1	58	0,12

(Sumber: Data Pribadi Peneliti, 2021)

Tabel 3: Temperatur, Kecepatan Angin dan Kelembaban Area Salat Perempuan

Waktu	T ^o C	RH(%)	V (m/s)
07:00	23,9	70	0,18
08:00	24	60	0,28
09:00	24,5	52	0,21
10:00	26,1	52	0,30
11:00	27,3	56	0,15
12:00	26,8	56	0,23
13:00	26,1	40	0,32

Waktu	T °C	RH(%)	V (m/s)
14:00	27,1	45	0,55
15:00	25,7	56	0,48
16:00	24,5	67	0,2

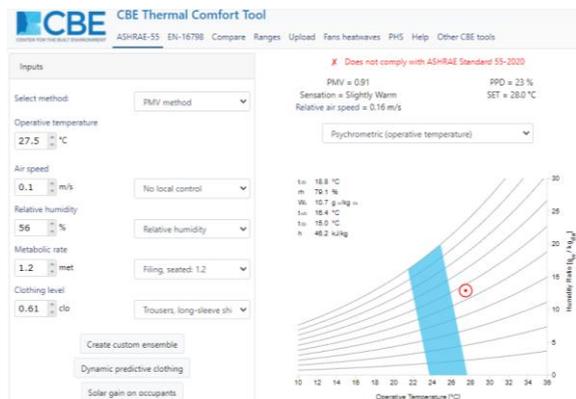
(Sumber: Data Pribadi Peneliti, 2021)

Tabel 4: Temperatur, Kecepatan Angin dan Kelembaban Area Wudu

Waktu	T °C	RH (%)	V (m/s)
07:00	23,1	70	0,18
08:00	23,6	64	0,30
09:00	24,6	60	0,27
10:00	26,8	58	0,30
11:00	28,4	54	0,15
12:00	27,1	54	0,23
13:00	26,2	52	0,32
14:00	28,2	60	0,55
15:00	26,2	66	0,48
16:00	25,1	69	0,25

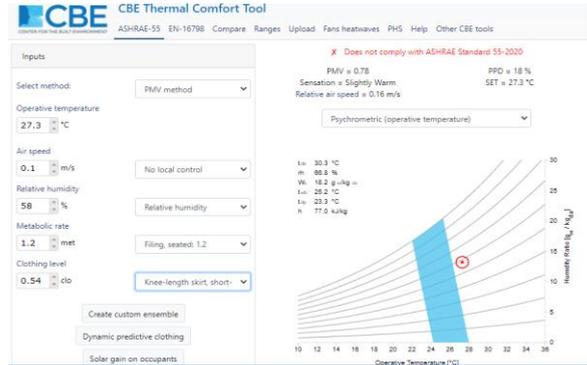
(Sumber: Data Pribadi Peneliti, 2021)

Dalam program CBE Thermal Comfort, ASHRAE menjelaskan bahwa grafik psikometrik ini adalah suhu operasi dan untuk setiap titik suhu bola kering sama dengan suhu radiasi rata-rata (MRT DST). (Satwiko, 2009) Zona nyaman mewakili kombinasi kondisi dengan DST dan MRT yang sama di mana PMV berada antara -0,5 dan +0,5, sesuai standar.



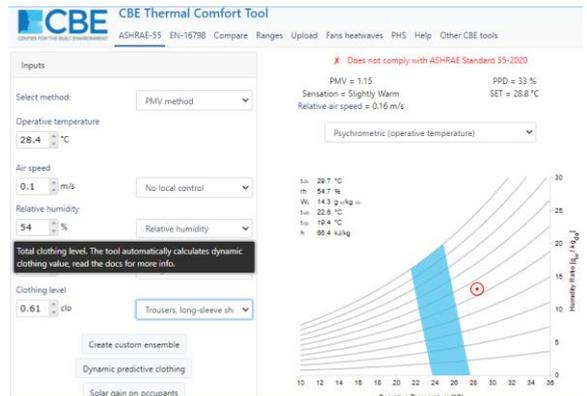
Gambar 5: Hasil Pengukuran Kenyamanan Termal CBE Di Ruang Shalat Pria (Sumber: CBE Thermal Comfort Tool Olahan Peneliti, 2021)

Berdasarkan Gambar 5 Alat Kenyamanan Termal CBE, dinyatakan bahwa hasil pengukuran tempat shalat pria diperoleh PMV = 0,91 dan PPD = 23%. Artinya kondisi ruangan agak hangat. Jika 100 orang dimintai pendapat, hanya 23 (23%) yang merasa tidak nyaman.



Gambar 6: Hasil Pengukuran Kenyamanan Termal CBE Di Ruang Salat Wanita (Sumber: CBE Thermal Comfort Tool Olahan Peneliti, 2021)

Berdasarkan Gambar 6, hasil pengukuran di musala wanita menunjukkan PMV = 0,78 dan PPD = 18%. Artinya kondisi ruangan agak hangat. Oleh karena itu, jika 100 orang diharuskan menggunakan opsi tersebut, hanya 18 orang (18%) yang merasa tidak nyaman.



Gambar 7: Hasil Pengukuran Kenyamanan Termal CBE Di Tempat Wudu (Sumber: CBE Thermal Comfort Tool Olahan Peneliti, 2021)

Berdasarkan Gambar 7, hasil pengukuran ruang wudu laki-laki dan perempuan diperoleh PMV = 1,15 dan PPD = 33%. Kondisi kamar agak hangat. Oleh karena itu, jika 100 orang diminta untuk memberikan pendapat, hanya 33 orang (33%) yang merasa tidak nyaman.

Persepsi pengguna tentang kualitas termal

Dalam penelitian, penyebaran kuesioner dalam waktu 2 minggu melalui individu dan grup WhatsApp, dan sampel terbatas pada guru, alumni 2018, alumni

2019, dan alumni 2018 SMA Pasundan 1 Bandung.

Berdasarkan hasil penyebaran angket yang dilakukan kepada guru dan alumni SMA Pasundan 1 Bandung didapatkan 8 responden alumni berjenis kelamin 6 laki-laki, 2 perempuan dan 7 responden dari guru berjenis kelamin 3 Laki-laki dan 4 Perempuan, yang kemudian dianalisis secara kuantitatif. Alat kuesioner harus diukur dengan validitas juga reliabilitas data agar menghasilkan data yang valid dan reliabel untuk penelitian. Instrumen yang efektif berarti alat tersebut mampu mengukur secara akurat apa yang seharusnya diukur. Instrumen yang reliabel adalah alat yang secara konsisten menghasilkan data yang sama ketika digunakan untuk mengukur objek yang sama ketika digunakan untuk mengukur objek yang sama dalam beberapa kesempatan. Instrumen yang digunakan dalam mengukur variabel penelitian ini menggunakan skala Likert 5 poin. Jawaban responden berupa pilihan dari lima alternatif, yaitu:

1. Sangat Nyaman
2. Cukup Nyaman
3. Nyaman
4. Kurang Nyaman
5. Tidak Nyaman

Berdasarkan kuisisioner yang telah disebar dengan pertanyaan “Bagaimana sirkulasi udara (angin) pada masjid SMA Pasundan 1 Bandung?”. Hasil yang diperoleh dari data tersebut menunjukkan bahwa 25% menyatakan cukup nyaman, 37,5% menyatakan nyaman, 25% menyatakan kurang nyaman, dan 12,5% menyatakan tidak nyaman. Dari data tersebut terlihat bahwa sebagian besar responden yang diwawancarai menyatakan keadaan sirkulasi angin yang baik dengan hasil persentase 62,5%.

Keadaan sirkulasi udara (angin) di masjid SMA Pasundan 1 Bandung



Gambar 8: Bagan Responden
(Sumber: Analisis penulis, 2021)

Pada pertanyaan kedua “Bagaimana suhu udara saat sholat berjamaah di masjid?” Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa 12,5% responden menyatakan sangat panas, dan 62,5% responden menyatakan panas, 12,5% responden menyatakan sejuk, 12,5% responden menyatakan tidak nyaman. Menurut data, sebagian besar responden merasakan tidak puas dengan suhu udara ketika sedang melaksanakan sholat berjamaah sebesar 87,5%.

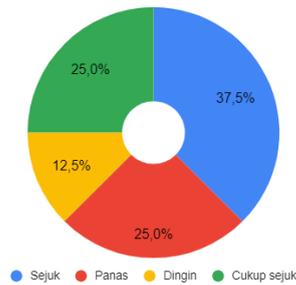
Bagaimana suhu udara ketika sedang melaksanakan ibadah sholat berjamaah di dalam masjid ?



Gambar 9: Bagan Responden
(Sumber: Analisis penulis, 2021)

Pada pertanyaan ketiga, “Bagaimana suhu udara saat shalat munfarid (sendirian) di masjid?” Hasil penelitian menunjukkan bahwa 25% responden menyatakan panas, 37,5% responden menyatakan sejuk, 25% responden menyatakan cukup sejuk, 12,5% responden menyatakan dingin. Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar responden menyatakan suhu udara yang nyaman ketika sedang melaksanakan solat secara munfarid (sendiri) dengan hasil persentase sebesar 75%.

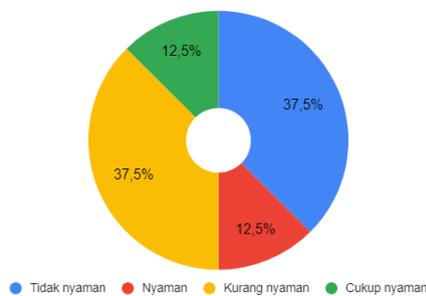
Bagaimana suhu udara ketika sedang melaksanakan ibadah sholat secara munfarid (sendiri) di dalam masjid ?



Gambar 10: Bagan Responden
(Sumber: Analisis penulis, 2021)

Pada pertanyaan keempat “Bagaimana sirkulasi (ruang) saat masjid ramai?” Hasil penelitian menunjukkan bahwa 12,5% responden menyatakan nyaman, dan 12,5% responden menyatakan cukup nyaman, 37,5% responden menyatakan kurang nyaman, dan 37,5% responden menyatakan tidak nyaman. Data tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar responden menyatakan ketidaknyamanan sirkulasi masjid dalam keadaan ramai dengan hasil persentase 75%.

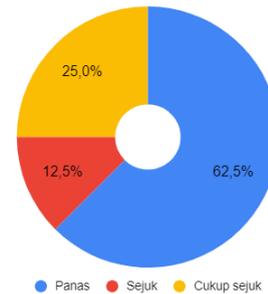
Bagaimana sirkulasi (ruang gerak) saat masjid dalam keadaan ramai?



Gambar 11: Bagan Responden
(Sumber: Analisis penulis, 2021)

Pada pertanyaan terkait pemanfaatan masjid saat kegiatan ekstrakurikuler “Bagaimana suhu udara saat melaksanakan kegiatan ekstrakurikuler?” Hasil penelitian menunjukkan bahwa 62,5% responden menyatakan panas, 12,5% responden menyatakan sejuk, 25% responden menyatakan cukup sejuk dan 0% responden katanya dingin. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden menyatakan suhu udara ketika sedang melaksanakan kegiatan ekstrakurikuler terasa panas, dengan total 62,5%.

Bagaimana suhu udara ketika sedang melaksanakan kegiatan ekstrakurikuler di dalam masjid ?



Gambar 12: Bagan Responden
(Sumber: Analisis penulis, 2021)

Dari hasil 5 pertanyaan dikatakan bahwa sirkulasi udara di dalam masjid cukup nyaman, udara terasa panas saat shalat berjamaah namun udara cukup sejuk saat salat munfarid (sendiri), sirkulasi (ruang) terasa kurang nyaman dan Udara terasa panas saat melakukan kegiatan ekstrakurikuler di masjid. Dapat disimpulkan bahwa ruangan terasa sangat panas dan tidak nyaman.

Selain data angket, peneliti juga melakukan wawancara dengan salah satu guru di sekolah. Menyatakan bahwa pada waktu shalat dzuhur, banyak siswa yang memasuki masjid untuk menunaikan salat sehingga suhu di dalam masjid terasa lebih pengap dan panas. Sehingga mengganggu kenyamanan saat melaksanakan shalat, dan tempat wudu yang berada di belakang area salat serta jaraknya yang terlalu dekat, meningkatkan kelembaban di area masjid. Namun pada saat salat Asar dan salat Duha, masjid memiliki suhu yang cenderung lebih nyaman, karena pada saat itu siswa dan guru sangat minim menggunakannya.

Solusi desain dari Mahoney Table

Setelah melakukan kajian penelitian berdasarkan pengukuran dan penilaian, serta persepsi pengguna, masjid tersebut teridentifikasi cenderung kurang nyaman. Fakta ini tentu saja disebabkan oleh berbagai hal yang berkaitan dengan desain bangunan. Langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah memberikan solusi desain menggunakan perangkat tabel mahoney.

Cara kerja tabel ini adalah dengan memberikan poin pada setiap indikator, dan membandingkan nilainya. Jika indikator

berisi angka, itu konsisten dengan indikator. Dalam tulisan ini, kami hanya akan menjelaskan hasil dari rekomendasi desain masjid. Ada beberapa keluaran yang dapat diperoleh dari penggunaan tabel ini antara lain terdiri dari spesifikasi yang disarankan pada tabel C yaitu, orientasi, ruang, pergerakan angin, bukaan, dinding, atap, perlindungan terhadap hujan. Selain itu, Anda juga bisa mendapatkan detail spesifikasi output dari Tabel D, yaitu ukuran bukaan, letak bukaan, pelindung bukaan, dinding dan lantai, atap, dan fitur luar. Berikut tahapan analisis iklim tabel Mahoney:

1. Catat semua data iklim penting. Data iklim harus sesuai dengan lokasi objek penelitian yang dilakukan. Ada beberapa data yang perlu dimasukkan dan disusun ke dalam sebuah tabel, antara lain:
 - a. Data suhu (Data lokasi lengkap);
 - b. Data Kelembaban Relatif;
 - c. Curah Hujan dan Angin; dan
 - d. Batas Kenyamanan.
2. Mendiagnosis data iklim, dengan membandingkan data suhu maksimum dengan kenyamanan siang hari dan batas suhu minimum dengan kenyamanan malam hari. Setelah itu, kode H (panas), O (nyaman), C (dingin) untuk setiap batas suhu.
3. Tentukan indikator dengan 3 indikator kelembaban dan 3 indikator sepanjang tahun.
4. Tandai nilai keluaran perhitungan sebagai rekomendasi desain.

Data lokasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 5: Data Lokasi

<i>Location</i>	Jl. Balonggede No. 28, Balong Gede, Kec. Regol, Kota Bandung, Jawa Barat 40251
<i>Longitude</i>	107.6075
<i>Latitude</i>	-6.9237
<i>Altitude</i>	686 dpi

(Sumber: Olahan Peneliti tahun 2021)

Tabel 6: Data Rata - Rata Iklim Kota Bandung

Bulan	Temperatur (°c)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin	Curah Hujan (mm)
Januari	25,5	81	2,08	207,6
Februari	25,9	78	1,89	337,0

Bulan	Temperatur (°c)	Kelembaban (%)	Kecepatan Angin	Curah Hujan (mm)
Maret	25,5	81	1,5	291,5
April	25,8	82	1,44	271,0
Mei	26,0	82	1,34	292,0
Juni	25,8	76	1,77	30,0
Juli	25,4	73	1,93	64,0
Agustus	25,9	70	1,85	42,0
September	27	78	2,08	88,0
Oktober	27,0	78	1,87	327,0
November	27,9	83	1,74	207,
Desember	25,8	82	2,65	262,0

(Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi Geofisika tahun 2021)

Spesifikasi yang direkomendasikan

Tata letak yang direkomendasikan adalah berorientasi utara-selatan dengan sumbu panjang timur-barat). Hal ini dikarenakan nilai numerik yang diperoleh adalah nilai 1 yang jika mengacu pada indikator masuk pada tabel K1 dengan rentang 0-10.

- a. Penataan ruangan diarahkan pada ruang terbuka untuk penetrasi hembusan angin. Ini diperoleh dari nilai input nomor 3.
- b. Gerakan angin tunggal dengan ruang yang tidak terisolasi, memberikan gerakan untuk angin.
- c. Disarankan memiliki bukaan dengan luas 40-80% agar udara lebih banyak sehingga ruangan tidak lembab.
- d. Dindingnya terbuat dari bahan yang ringan sehingga waktu rambatnya singkat.
- e. Atap yang direkomendasikan adalah atap ringan yang diisolasi untuk menghilangkan panas matahari.
- f. Untuk perlindungan hujan, perlindungan diperlukan saat hujan deras.

Selain itu, terdapat rekomendasi desain untuk detail bangunan, antara lain:

- a. Ukuran bukaan yang disarankan adalah 25% - 40%. Lokasi bukaan yang dibutuhkan setinggi tubuh manusia, tempat angin bertiup.
- b. Disarankan untuk membuat bukaan yang berfungsi untuk melindungi air hujan yang masuk ke dalam masjid.
- c. Pemilihan dinding dan lantai yang ringan, agar kapasitas panas yang merambat rendah, ruangan terasa lebih sejuk.

- d. Pemberian atap yang ringan dan pemberian isolator panas untuk meredam panas pada ruangan.
- e. Untuk fitur luar, dibuat drainase untuk air hujan.

Berdasarkan rangkaian uraian di atas dapat dilihat dalam tabel di bawah ini

Tabel 7: Spesifikasi yang Direkomendasikan

Total indikator dari Tabel B2					
L1	L2	L3	K1	K2	K3
12	0	7	2	0	0

				Layout	
			0-10	1	Orientasi ke utara dan selatan (sumbu panjang timur-barat)
			11,1		
			0-4	2	Rancangan bangunan kompak dengan halaman di tengah

				Peruangan	
11,1				3	Peruangan terbuka untuk penetrasi hembusan angin
2-10				4	Seperti 3, tetapi diberi perlindungan terhadap angin panas dan dingin
0,1				5	Susunan kompak

				Pergerakan angin	
3-12				6	Tunggal, tidak bersekat-sekat, penyediaan pergerakan angin
1,2			0-5		
			6-12	7	Ganda, penyediaan pergerakan angin temporer
0			5-12	8	Tidak diperlukan pergerakan angin
0,1					

				Bukaan		
			0,1	0	9	Bukaan luas, 40%-80%
			11,1	0,1	10	Bukaan sangat kecil, 10%-20%
kondisi lain					11	Bukaan sedang, 20%-40%

				Dinding	
			0-2	12	Dinding ringan, waktu perambatan panas pendek
			3-12		
				13	Dinding luar dan dalam berat

				Atap	
			0-5	14	Atap ringan, berisolator
			6-12		
				15	Atap berat, waktu perambatan panas lebih dari 8 jam

Tidur di luar		
2-12	16	Diperlukan ruangan untuk tidur di luar

Perlindungan terhadap hujan		
3-12	17	Diperlukan perlindungan terhadap curah hujan lebat

(Sumber: Olahan Peneliti, 2021)

Penutup Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan evaluasi PMV melalui CBE Thermal Comfort di masjid SMA Pasundan 1 Bandung dapat disimpulkan bahwa dari 100 orang di musala laki-laki, 33% di antaranya merasa tidak nyaman, sedangkan di musala perempuan, 23% merasa tidak nyaman, dan di tempat wudu, 23% merasa tidak nyaman.

Setelah menyebarkan kuisioner yang telah kami buat dari 5 pertanyaan tersebut, menyatakan bahwa sirkulasi udara di dalam masjid cukup nyaman, udara terasa panas saat shalat berjamaah namun udara cukup

sejuk saat salat munfarid (sendiri), sirkulasi (ruang) terasa kurang nyaman dan udara terasa panas saat melakukan kegiatan ekstrakurikuler di masjid Kemudian dari hasil penyebaran kuesioner dapat disimpulkan ruangan terasa panas dan tidak nyaman. Disamping itu peneliti melakukan wawancara dengan salah satu guru terkait kondisi masjid sekolah. Saat masjid digunakan dalam kondisi normal, seperti salat Dhuha, salat Dhuhur, dan salat Ashar, kondisi di dalam masjid sangat panas dan pengap karena banyaknya santri yang menghabiskan waktunya untuk shalat di masjid dan juga kurangnya sirkulasi udara.

Tabel 8: Saran Detail Bangunan

Total indikator dari Tabel B2					
L1	L2	L3	K1	K2	K3
12	0	7	2	0	0

Ukuran bukaan			
0,1	0	1	Besar, 40%-80%
	1-12	2	Sedang, 25%-40%
2-5		3	Kecil, 15-25%
6-10		4	Sangat kecil, 10-20%
	0-3	5	Sedang 25-49%
	4-12		

Letak bukaan			
3,12		6	Setinggi tubuh manusia, pada sisi datangnya angin
1-2		7	Seperti di atas, bukaan juga diterapkan pada dinding alam
0	2-12		

Perlindungan bukaan			
	0-2	8	Hindari sinar langsung matahari
2-12		9	Lindungi dari curah hujan

Dinding dan lantai		
0-2	10	Ringan, kapasitas panas rendah
3-12	11	Berat, perambatan panas lebih dari 8jam
Atap		
10-12	12	Ringan, permukaan mengkilat, berongga
3-12	13	Ringan, diberi isolator panas
0-5		
0-9	14	Berat, perambatan panas lebih dari 8 jam
6-12		
Fitur luar		
1-12	15	Ruang untuk tidur di luar
1-12	16	Drainase hujan cukup

(Sumber: Olahan Peneliti, 2021)

Berdasarkan hasil analisis solusi, dengan menggunakan tabel Mahoney dan kondisi eksisting dari studi kasus, ada dua rekomendasi yang dapat dipertimbangkan untuk menata ulang renovasi masjid dan relokasi ke lantai dua. Rekomendasi pertama adalah bangunan dapat direnovasi dengan ruang terbuka untuk penetrasi angin. Dengan gerakan angin tunggal, tidak banyak sekat yang memberikan gerakan angin, sedangkan bukaan harus memiliki luas 40%-80% dengan ukuran bukaan 25%-40% setinggi tubuh manusia pada sisi yang terbuka. angin, bahan dinding ringan, waktu perambatan panas pendek. Rekomendasi kedua, bangunan bisa dipindahkan ke lantai dua karena keterbatasan kepemilikan lahan. Selain itu, agar lebih fleksibel dalam membuat desain, disarankan agar bangunan berorientasi ke Utara dan Selatan (sumbu panjang timur-barat), dilengkapi dengan pelindung hujan, insulasi atap ringan, lengkap dengan drainase hujan yang baik, dan dilengkapi dengan bukaan 40-80% dengan ukuran bukaan 25%-40% dari tubuh manusia disisi angin.

Hasil analisis solusi menggunakan tabel Mahoney menyatakan bahwa berorientasi utara juga selatan (sumbu panjang timur-barat), ruang terbuka untuk angin menembus masuk ke dalam ruangan, dengan pergerakan angin tunggal, tidak disekat oleh sekat, memberikan pergerakan angin, sedangkan bukaan harus memiliki

luas 40%-80%, bahan dinding ringan, waktu perambatan panas pendek, menggunakan atap ringan dan berinsulasi, perlindungan terhadap hujan lebat juga diperlukan, Sedangkan saran untuk detail dengan ukuran bukaan 25%-40% setinggi tubuh manusia di sisi angin, juga dilengkapi dengan pelindung terhadap curah hujan, dengan atap ringan yang diberi isolator panas dan lengkap dengan drainase hujan yang kompeten. Oleh karena itu, agar lebih fleksibel dalam membuat desain, sirkulasi udara dan pencahayaan ruangan yang tentunya mempengaruhi kenyamanan termal pengguna, disarankan agar masjid dipindahkan ke lantai dua karena keterbatasan kepemilikan lahan.

Dalam mewujudkan kenyamanan termal yang dapat diperoleh di masjid SMA Pasundan 1 Bandung, perlu adanya kerjasama antara sekolah, siswa, dan desainer karena tanpa kerjasama tidak dapat terwujud.

Saran

Penelitian ini dapat dikembangkan untuk mengukur kenyamanan dengan mempertimbangkan aspek kapasitas dimana masjid ketika ramai.

Daftar Pustaka

Chandra, D., & Azizah, R. (2023). Pengukuran Kenyamanan Termal pada Masjid Fadlurrahman Universitas

- Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Hirarchi*, 20(1), 10-15.
- Data Pendidikan Kemundikbudristek. (2021). Data Referensi SMAS Pasundan 1 Bandung. Retrieved Agustus Senin, 2021, from <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/tabs.php?npsn=20219767>
- Fanger, Povl Ole. (1970). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Hanifah, Y. (2016). Awareness dan Pemanfaatan BIM: Studi Eksplorasi. *Temu Ilmiah IPLBI 2016, August*, 49-54. <http://temuil ilmiah.iplbi.or.id/awarenessdan-pemanfaatan-bim-studi-eksplorasi/>
- Indrayadi. (2011). Aliran Udara Dalam Ruang Masjid Jawa Moderen. Studi Kasus Masjid Babadan Yogyakarta. *Jurnal Vokasi*, 7(2), 156-165. <http://repository.polnep.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/119/indrayadi%20vokasi%20jul%202011.pdf?sequence=1>
- Industrial Measurement Products and Solutions*. (n.d.). PCE Instruments. Retrieved July 10, 2023, from <https://www.pce-instruments.com/f/t/us/main.htm>
- Istiningrum, D. T., Arumintia, R. L., Mukhlisin, M., & Rochadi, M. T. (2017). Kajian Kenyamanan Termal Ruang Kuliah pada Gedung Sekolah C Lantai 2 Politeknik Negeri Semarang. *Wahana: Teknik Sipil*, 22(1), 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.32497/wahanats.v2i1.895>
- Kaharu, A., I. Kindangen, J., & O. Waani, J. (2017). *Analisis Kenyamanan Termal Pada Rumah Diatas Pantai Tropis Lembab "Studi Kasus Rumah Atas Pantai Desa Kima Bajo, Kabupaten Minahasa Utara"*.
- Lahji, K., & Puspitasari, P. (2021, December 27). Analisa Kenyamanan Termal Melalui Pengaturan Kemiringan Rotasi Jendela Dan Layout Furniture Pada Ruang Studio 707-708. *Karya ilmiah Universitas Trisakti*. http://www.karyailmiah.trisakti.ac.id/uploads/kilmiah/dosen/Lap_Akhir_Pen_ThLatifah,NurLaela.FisikaBangunan1.GriyaKreasi,2015,https://www.google.co.id/books/edition/FisikaBangunan_1/dRWOcGAAQBAJ?hl=en&gbpv=0. Accessed 8 July 2023.
- Lutfi, M. A. (2020). *Evaluasi Kenyamanan Termal di Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 5 Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/28876>
- Mamesa, C., & Purwanto, L.M.F. (2022). Eksplorasi Software CBE Thermal Comfort Tool sebagai Perhitungan Kenyamanan Termal. *Journal of Digital Architecture*, 1(2), 90-97. DOI: <https://doi.org/10.24167/joda.v1i2.4305>
- Fawzy, M. Sudibyo, M., & Paramita, B. (2021). Observation of Thermal Comfort Standarts at The Gegerkalong KPAD Mosque, Bandung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 738(1)*, 12005. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/738/1/012005>
- Monica, C., Purnomo, Y., & Zain, Z. (2022). Penilaian Kenyamanan Termal Ruangan Menggunakan PMV (Studi Kasus Perpustakaan SDN 27 Pontianak Utara). *Jurnal Mosaik Arsitektur*, 10(2), 300-308. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jmars.v10i2.55652>
- Najib, M., & Wiyani, N. A. (2014). Manajemen Masjid Sekolah Sebagai Laboratorium Pendidikan Karakter bagi Peserta Didik. *Ta'dib: Jurnal Pendidikan Islam*, 19(01), 85-110. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.19109/t.d.v19i01.10>
- Nur, R. (2017). *Kegiatan takmir masjid Nurut Taqwa di Perumahan Pandana Merdeka Ngaliyan Semarang dalam perspektif manajemen dakwah*. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

- <http://eprints.walisongo.ac.id/id/eprint/7361/>
- Perwira, P. M. P. (2018). *Redesain Komplek Masjid Besar Jatinom Dengan Pendekatan Infill Desain Untuk Fasilitas Pendukung Masjid*. Universitas Negeri Yogyakarta, 15-62. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/8247>
- Portal Data Kota Bandung. (2020, Maret Jumat). Dataset Kota Bandung. Retrieved Agustus Senin, 2021, from <http://data.bandung.go.id/>
- Ramadhan, D., Adifa, A. M., & Ramadhan, T. (2020). Thermal Comfort in East Campus Center of ITB Bandung. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 738* (1), 12006. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/738/1/012006>
- Ramadhan, T., Jurizat, A., Syafrina, A., & Rahmat, A. (2021). Investigating Outdoor Thermal Comfort of Educational Building Complex in Urban Area: A Case Study in Universitas Kebangsaan, Bandung City. *Geographica Pannonica, 25*(2). <https://aseestant.ceon.rs/index.php/geopan/article/view/30430>
- Rifa'i, A. (2022). Revitalisasi Fungsi Masjid Dalam Kehidupan Masyarakat Modern. *UNIVERSUM* 10(2). <https://jurnalfuda.iainkediri.ac.id/index.php/universum/article/view/758>
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*. Ed. 1. Yogyakarta: ANDI. <http://opac-library.unhas.ac.id/opac/detail-opac?id=39978>
- Sazali, M. A., Djunaedy, D. E., & Kirom, M. R. (2019). Perbandingan Kenyamanan Termal Dan Kualitas Udara Di Ruang Ac Dan Tidak Ber – Ac. *e-Proceeding of Engineering, 6*(1), 1244. <https://repository.telkomuniversity.ac.id/pustaka/148649/perbandingan-kenyamanan-termal-dan-kualitas-udara-di-ruangan-ac-dan-tidak-ber-ac.html>
- Syardiansyah, S., Latief, A., Daud, M. N., Windi, W., & Suharyanto, A. (2020). The Effect of Job Satisfaction and Organizational Culture on Employee Performance of the Royal Hotel in East Aceh District. *Budapest International Research and Critics Institute-Journal (BIRCI-Journal), 3*(2), 849-857. <https://bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/912>
- Zabdi, A. (2016). *Kajian Kenyamanan Fisik pada Terminal Penumpang Stasiun Besar Yogyakarta*. S2 Thesis. UAJY.