

ANALISIS BIOKLIMATIK PADA BANGUNAN MTs MUHAMMADIYAH 6 KARANGANYAR

Hafidz Cokroadhisuryani

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
D300210090@student.ums.ac.id

Rini Hidayati

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
rh215@ums.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan polusi udara menyebabkan dampak yang fatal bagi kesejahteraan makhluk hidup. Sebagai kebutuhan untuk mengurangi polusi udara akibat kapasitas di ruang kota semakin mendesak, maka dapat diupayakan untuk meningkatkan kualitas udara luar dan desain arsitektur berbasis kondisi iklim lingkungan setempat. Bangunan sekolah termasuk dalam salah satu upaya untuk menciptakan suatu bangunan yang mampu menekan fenomena permasalahan kepadatan penduduk dan polusi udara di kota, dengan menjadi bangunan yang berdiri menjauhi kebisingan kota dan menerapkan konsep bangunan berkelanjutan yang memanfaatkan sebaik mungkin potensi iklim di sekitarnya. Dalam hal ini, pendekatan bioklimatik merupakan salah satu metode perancangan untuk mengatasi fenomena tersebut, dengan keterkaitan antara bentuk arsitektur dengan iklim lingkungan setempat. Penelitian ini ditujukan untuk mengeksplorasi aspek-aspek yang diperlukan dalam penerapan arsitektur bioklimatik. Objek dalam penelitian ini merupakan bagian dari sekolah yaitu ruang kelas, kamar mandi, dan kantin. Metode yang digunakan melalui pendekatan deskriptif kualitatif, menggunakan simulasi desain berdasarkan parameter desain yang berkaitan dengan aspek bioklimatik. Kemudian dari parameter tersebut akan disusun menjadi suatu konsep desain yang akan diterapkan pada bangunan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa bangunan belum mencapai hasil yang maksimal untuk penerapan arsitektur bioklimatik, melalui analisis dari beberapa parameter desain yang berkaitan dengan masalah pada bangunan.

KEYWORDS:

Desain, Arsitektur Bioklimatik, Pencahayaan Alami, Penghawaan Alami, Material Bangunan

PENDAHULUAN

Fenomena polusi udara di perkotaan sudah lama menjadi perhatian publik yang mengakibatkan efek negatif terhadap kesehatan makhluk hidup, mengurangi produktivitas pertanian, dan dapat merusak lingkungan sekitar. Pertumbuhan penduduk yang cepat dan peningkatan kendaraan juga merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan emisi polutan. Dari fenomena ini dapat disadari seberapa pentingnya lingkungan dan kesehatan yang bebas dari polutan. Sebagai kebutuhan untuk mengurangi polusi udara akibat kapasitas di ruang kota semakin mendesak, maka dapat diupayakan untuk meningkatkan kualitas udara luar dan

desain arsitektur berbasis kondisi iklim lingkungan setempat.

Dalam mengatasi dampak dari permasalahan polusi udara dan kepadatan penduduk, diperlukan pendekatan desain yang tepat untuk meminimalisir dampak buruk yang terjadi dari permasalahan tersebut. Arsitektur Bioklimatik merupakan metode perancangan hemat energi yang memperhatikan iklim setempat dan memecahkan masalah iklim dengan menerapkan pada elemen bangunan (Rosang dalam Cahyaningrum, 2016). Arsitektur bioklimatik merupakan salah satu pendekatan yang dapat memberikan jawaban bagi seorang arsitek untuk menyelesaikan suatu permasalahan desain yang mempertimbangkan hubungan antara bentuk

arsitektur dengan lingkungan dalam kaitan iklim daerah tersebut.

Tujuan dari arsitektur bioklimatik adalah untuk menciptakan lingkungan dan bangunan yang dirancang sepenuhnya untuk memenuhi kebutuhan energi tanpa merusak lingkungan. Pendekatan ini mengurangi ketergantungan arsitektur terhadap sumber energi yang tidak dapat diperbarui dan berfokus pada iklim sebagai konteks pembangkit tenaga, menggunakan energi yang ramah lingkungan. (Megawati et al. 2018, p. 576)

Bangunan sekolah merupakan fasilitas yang krusial untuk pendidikan. Bangunan sekolah digunakan oleh siswa, guru, dan staf setiap hari untuk melakukan proses belajar mengajar. Untuk meningkatkan kualitas pendidikan, bangunan sekolah harus didukung dengan sarana dan prasarana yang layak. Bangunan sekolah harus ideal dan sesuai peruntukannya karena intensitas kegiatan yang cukup tinggi (sekitar 7–8 jam per hari) sangat penting untuk kelayakan dan kenyamanan bangunan.

Objek dari penelitian berupa bangunan sekolah, yaitu MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar. Bangunan yang menjadi fokus penelitian berada di sebelah Utara, yaitu Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin. Sekolah ini didirikan oleh lembaga pendidikan swasta yang berada di bawah pengawasan Kementerian Agama. Berada di daerah Karangturi, Kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar telah berdiri sejak tahun 2003 dan terus berkembang hingga saat ini.

Secara geografis, MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar terletak di tengah-tengah pedesaan dan dikelilingi area persawahan. Selain itu, kondisi bangunan memiliki perbedaan ketinggian kontur tanah yang dapat dimaksimalkan dengan baik. Fisik bangunan sekolah terlihat sama seperti bangunan sekolah menengah pada umumnya di Indonesia. MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar didirikan untuk dapat menciptakan suatu bangunan yang mampu menekan fenomena permasalahan kepadatan penduduk dan polusi udara di kota, dengan menjadi bangunan yang berdiri menjauhi kebisingan kota dan menerapkan konsep bangunan berkelanjutan

yang memanfaatkan sebaik mungkin potensi iklim di sekitarnya.

Namun, sangat disayangkan pada fisik bangunan bagian Utara kurang mendukung kegiatan belajar mengajar. Ventilasi yang kurang baik, terdapat tempat pembuangan sampah sehingga baunya menyebar di bagian tersebut, pencahayaan di ruang kelas kurang maksimal pada siang hari. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui apakah bangunan Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin dari MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar telah memenuhi prinsip-prinsip arsitektur bioklimatik dalam perancangannya dan aspek bioklimatik apa saja yang digunakan pada bangunan Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar. Dengan demikian, hal ini dapat menunjukkan potensi-potensi yang telah dimiliki ataupun dapat ditambahkan sehingga bangunan dapat memberikan kenyamanan yang maksimal bagi penggunaannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Antara Arsitektur dan Iklim

Bangunan arsitektural berfungsi untuk menyediakan ruang untuk aktivitas penggunanya (manusia). Faktor kenyamanan sangat penting agar pengguna dapat melakukan aktivitas dengan baik. Kondisi iklim yang sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik suatu daerah adalah salah satu faktor yang berkaitan dengan kenyamanan. Jadi, jika seorang arsitek ingin membuat bangunannya yang ideal, maka harus memahami keadaan lingkungan sekitar tapak.

Bahkan jika suatu bangunan terletak di dalam satu kawasan pembagian iklim, bentuknya tidak akan sama. Namun, jika ditinjau secara menyeluruh, bentuk arsitekturnya akan selaras dengan kondisi alam, matahari, angin, cuaca, dan bahkan iklim yang ada di wilayah tersebut. Selain iklim, bahan yang digunakan dalam bangunan juga dipengaruhi oleh bahan yang digunakan. Oleh karenanya, teknologi yang digunakan dalam bangunan juga berkembang seiring dengan bahan dan material yang digunakan.

Pengaruh iklim terhadap bentuk dan rancangan lingkungan binaarn adalah salah

satu dari banyak efek iklim terhadap arsitektur suatu bangunan. Bentuk bangunan di tiap daerah sangat dipengaruhi oleh sejumlah variabel, yaitu (Kalamang, 2013, p. 8):

1. Aktivitas
2. Lokasi
3. Prioritas bangunan terhadap iklim
4. Arah matahari
5. Orientasi bangunan
6. Posisi Lahan
7. Kemajuan teknologi
8. Kenyamanan termal
9. Perubahan era kehidupan manusia

Arsitektur Bioklimatik

Arsitektur bioklimatik merupakan pendekatan desain yang menghubungkan lingkungan fisik dan kenyamanan manusia. Lingkungan fisik merupakan parameter utama bioklimatik bangunan dan bersentuhan langsung dengan indera manusia (akustik, optik, dan termal), mencapai kenyamanan fisik melalui penggunaan material yang tepat, sehingga menjadikan bangunan yang nyaman, aman, dan higienis. (Dunlop, 1994, p.190)

Aturan dari arsitektur bioklimatik adalah memanfaatkan sepenuhnya kondisi bioklimatik lokal pada tapak dan memanfaatkan lingkungan alam (kondisi eksisting) dari situs yang akan dibangun. Konsep-konsep yang harus diikuti antara lain (Widera, 2015, p. 568):

1. Kenyamanan Pengguna dalam Bangunan Bioklimatik

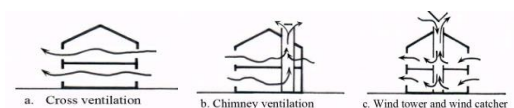
Kenyamanan termal pada bangunan bioklimatik dapat tercapai dengan beberapa cara. Salah satu cara yang efektif yaitu mengoptimalkan penggunaan sinar matahari untuk memastikan ruangan cukup mendapatkan cahaya alami. Ada baiknya pada pencahayaan alami dikontrol perlahan untuk menghindari silau dan panas berlebih. (Widera, 2015, hal. 568)

2. Pelajaran dari Arsitektur *Passive Cooling* dan *Heating*

Bangunan yang menggunakan teknologi pendinginan bebas secara efektif beradaptasi dengan kondisi lingkungan setempat karena iklim yang panas. Sesuai dengan teori Sørensen

yang berpendapat jika sistem bukaan dapat diterapkan pada desain bioklimatik (Sørensen, 2008) dalam (Widera, 2014) sebagai berikut:

1. Ventilasi silang dengan tekanan angin pada bangunan. (a)
2. Efek tumpukan, tekanan rendah yang menyebabkan peningkatan udara panas, dapat menentukan ventilasi cerobong. (b)
3. Menara angin dan penangkapan angin berdasarkan pada tekanan atas dan bawah, (c)



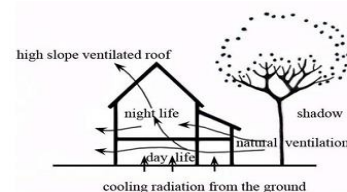
Gambar 1. Model Dasar Ventilasi Alami Menurut Sørensen

(Sumber: Widera, 2014)

Dari beberapa sistem pendingin pasif berdasarkan ventilasi alami dan diterapkan pada berbagai bagian, beberapa metode penerapan dasar yang dapat diterapkan (Dahl, 2008, pp. 90-113):

1. Penghawaan silang melalui perbedaan tekanan dalam bangunan.
2. Ventilasi cerobong asap menggunakan *stack effect*.
3. Penangkap angin dan Menara udara yang didasarkan pada *overpressure* dan *underpressure*.

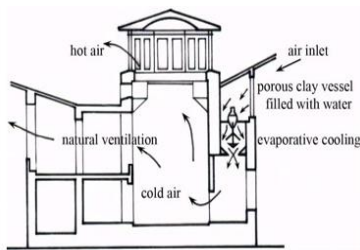
Sistem ventilasi untuk menyejukkan bangunan melalui ventilasi alami menurut Tantasavasdi (2001) dalam (Widera, 2014)



Gambar 2. Model Dasar Ventilasi Alami Menurut Tantasavasdi

(Sumber: Widera, 2014)

Sistem ventilasi untuk menyejukkan bangunan di Mesir melalui sistem pendinginan udara melalui penguapan menurut Fathy (1986) dalam (Widera, 2015).

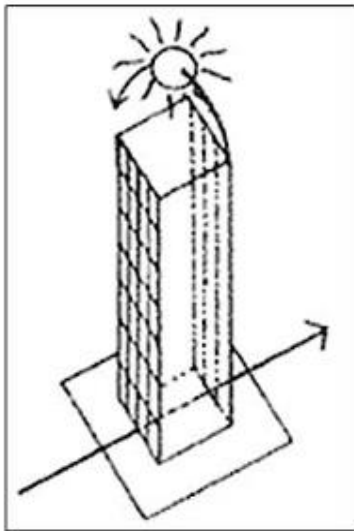


Gambar 3. Model Dasar Ventilasi Alami Menurut Fathy
(Sumber: Widera, 2014)

Prinsip-prinsip desain bioklimatik menurut Ken Yeang (1994) sebagai berikut:

1. Orientasi Bangunan

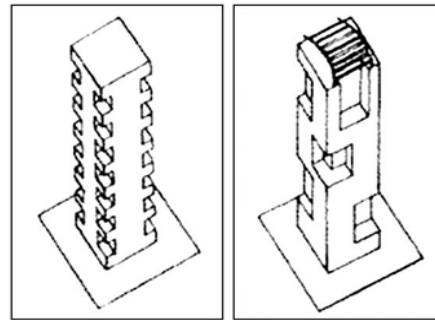
Orientasi bangunan yang baik dapat mengurangi penggunaan energi. Dalam kebanyakan kasus, bangunan yang memiliki bukaan menghadap Utara dan Selatan memiliki potensi untuk mengurangi laju perpindahan panas. Untuk memberikan dinding luar di luar ruangan atau overhang terbuka, orientasi bangunan terkecil harus menghadap ke Timur-Barat (Gambar 4).



Gambar 4. Orientasi Bangunan
(Sumber: Yeang, 1994)

2. Penerapan Ruang Transisional

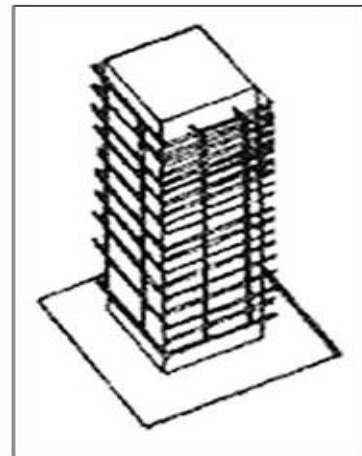
Zona di antara interior dan eksterior bangunan. Perwujudan ruang transisi dapat berupa atrium atau peletakan di tengah bangunan dan sekeliling bangunan yang berfungsi sebagai ruang sirkulasi udara, kisi-kisi pada atap bangunan yang bisa mengarahkan angin dari transisi sampai ke ruangan bagian dalam (Gambar 5).



Gambar 5. Ruang Transisional
(Sumber: Yeang, 1994)

3. Desain pada Dinding

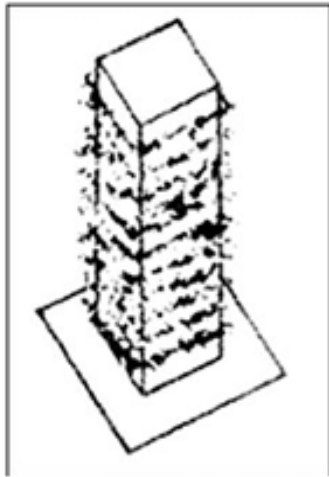
Pengolahan fasad dan penggunaan material pada selubung bangunan untuk melindungi bangunan dari paparan matahari dan efek iklim negatif. Bagian dinding terluar bangunan di lingkungan tropis harus dapat dibuka tutup untuk mengatur udara dan ventilasi silang (Gambar 6).



Gambar 6. Desain Dinding Pengendali Udara
(Sumber: Yeang, 1994)

4. Hubungan Terhadap Vegetasi

Yeang (1994) mengemukakan jika tumbuhan dan lansekap tidak hanya memenuhi faktor estetika namun juga sebagai ekologi bangunan. Dari pendapatnya, penggabungan antara elemen biotik (tanaman) dan elemen abiotik (bangunan) dapat memberikan efek dingin pada bangunan, membantu penyerapan O_2 dan pelepasan CO_2 . (Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan Terhadap Vegetasi
(Sumber: Yeang, 1994)

5. Peletakan Bukaannya dan Jendela
Sebaiknya bukaan dan jendela menghadap ke arah Utara-Selatan.
6. Penggunaan Alat Pembayang Pasif
Menurut Yeang (1994), pembayangan pasif memiliki arti jika pembiasan sinar matahari pada dinding yang menghadap matahari secara langsung sebagai pencahayaan alami sedangkan penghawaan alami dengan sirkulasi yang baik dapat memberikan kenyamanan dalam bangunan. Penggunaan alat pembayang pasif dapat membatasi pantulan sinar matahari pada dinding. Dua lapisan fasad yang digunakan untuk desain bioklimatik adalah dinding berinsulasi dan lapisan pelindung.

Manfaat Arsitektur Bioklimatik

Disampaikan oleh Roaf (2003) dalam Hyde (2008) bahwa terdapat 4 latar belakang pentingnya pemanfaatan desain bioklimatik:

1. Tingkat perubahan dalam tingkat variabilitas iklim dan modifikasi meningkat, sehingga manusia perlu beradaptasi dengan kondisi iklim
2. Adaptasi lingkungan dengan menerapkan sistem pendinginan pasif
3. Sistem pengkondisian udara semakin disorot sebagai salah satu dari masalah perubahan iklim, tidak seimbangnya antara jumlah bahan bakar fosil yang digunakan di dunia dan jumlah bahan

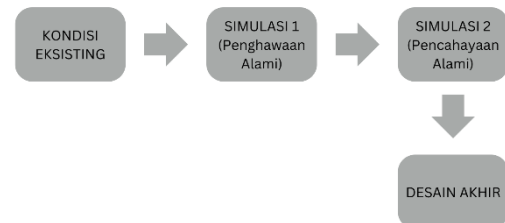
bakar fosil yang tersedia semakin berkurang

4. Pentingnya untuk membuat pendekatan pembangunan 'vernakular' yang baru yang sesuai dengan kebutuhan manusia dan lingkungan

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Menggunakan simulasi desain berdasarkan parameter desain yang berkaitan dengan prinsip desain bioklimatik. Selanjutnya, parameter yang sesuai dengan solusi dari masalah yang diambil, maka dirangkum untuk disusun menjadi sebuah konsep yang akan diterapkan pada bangunan MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar.

Pengerjaan simulasi menggunakan sistem perangkat lunak yaitu Sketchup, untuk memvisualisasikan dalam bentuk 3d. Proses simulasi dilakukan dalam beberapa tahapan dengan mengimplementasikan konsep desain untuk mendapatkan desain akhir sesuai bangunan.



Gambar 8. Tahapan Desain
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dengan menguraikan dan mengkaji dari data-data dan informasi yang telah dikumpulkan melalui observasi. Sebagai teori pendukung dalam penelitian juga akan dilakukan mencari beberapa literatur terkait penerapan arsitektur bioklimatik pada sebuah bangunan.

Parameter desain yang akan digunakan memiliki kaitannya dengan masalah pada bangunan tersebut. Kemudian, berdasarkan parameter tersebut akan diperoleh konsep desain yang akan diimplementasikan pada

bangunan MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar. Adapun sebagai berikut:

1. Orientasi Bangunan
2. Pencahayaan dan Penghawaan Alami
3. Penggunaan Material Bangunan
4. Vegetasi
5. Ruang Transisi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Site

MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar terletak di daerah Karangturi, Kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Kawasan sekolah ini memiliki perbedaan ketinggian kontur tanah yang lumayan rendah apabila semakin berjalan ke area belakang bangunan, selain itu dengan kondisi tanah di lapangan tengah yang tidak rata.

Lokasi sekolah berada di pelosok desa dengan kondisi jalan di sekitar yang belum diaspal. Di sekitar area tapak terdapat beberapa persawahan dan hutan. Selain itu ada beberapa pohon tinggi di Utara bangunan yang menutup jalur sirkulasi udara maupun pencahayaan yang masuk ruangan kelas.



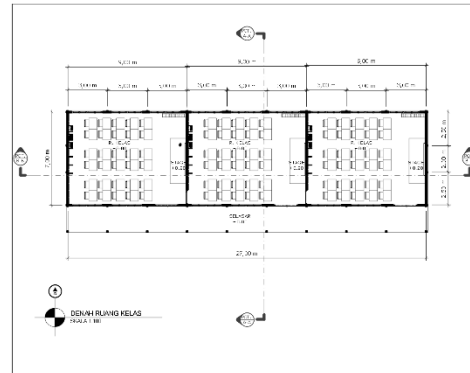
Gambar 9. Site Plan MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Analisa Orientasi Bangunan

Pada penelitian ini, bangunan bagian Utara MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar digunakan sebagai ruang kelas 8, WC/KM siswa, ruang penjaga dan kantin. Menurut Ken Yeang (1994), orientasi bangunan yang sesuai dengan aspek bioklimatik mengarah ke Utara-Selatan dan permukaan bangunan terkecil yang mengarah ke Timur-Barat. Pada umumnya struktur bangunan dengan bukaan menghadap Utara dan Selatan memberikan manfaat dalam mengurangi laju perpindahan panas.



Gambar 11. Lay Out Orientasi Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

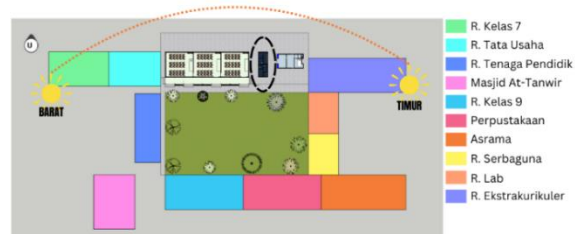


Gambar 12. Denah Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

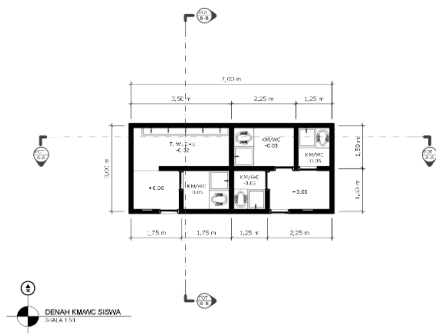


Gambar 13. Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Ruang kelas 8 membentuk bangunan persegi panjang. Orientasi bangunan mengarah ke Utara pada bentangan lebarnya dan pada permukaan terkecil menghadap ke Timur-Barat. Orientasi dapat dikatakan bagus dikarenakan dapat menghalau sinar matahari di siang dan sore hari.



Gambar 14. Lay Out Orientasi KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

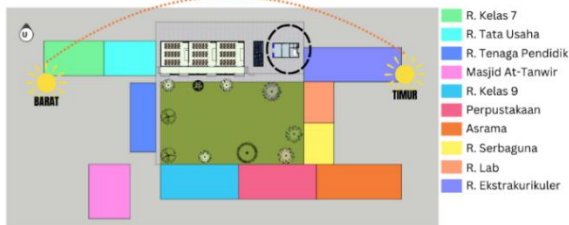


Gambar 15. Denah KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

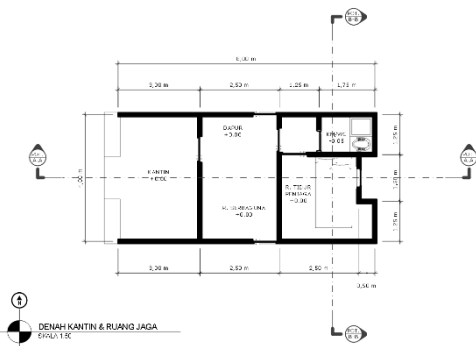


Gambar 16. KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Orientasi bangunan tidak sesuai dengan prinsip arsitektur bioklimatik. Bangunan memiliki orientasi Timur-Barat yang berpotensi besar mendapatkan paparan sinar matahari secara langsung. Hal ini dapat menyebabkan suhu ruangan menjadi lebih tinggi.



Gambar 17. Lay Out Orientasi Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 18. Denah Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 19. Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Orientasi bangunan tidak sesuai dengan prinsip arsitektur bioklimatik. Bangunan berorientasi Timur-Barat yang berpotensi besar mendapatkan paparan sinar matahari secara langsung. Hal ini dapat menyebabkan suhu ruangan menjadi lebih tinggi.

Analisa Pencahayaan dan Penghawaan Alami

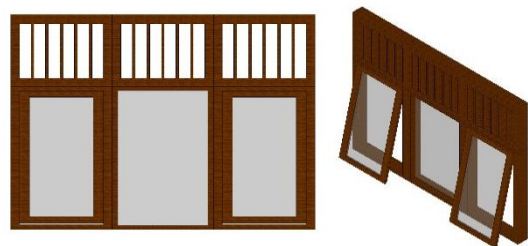
Menurut Mulya et al. (2020), jendela dan ventilasi dipasang di setiap sisi bangunan. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan cahaya alami dan sirkulasi udara yang masuk melalui bukaan menyilang di kedua sisi bangunan.



Gambar 20. Bukaan pada Bangunan Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Bukaan massif pada bangunan Ruang Kelas 8 berada pada sisi Utara-Selatan. Sesuai dengan prinsip bioklimatik menurut Yeang (1994), apabila bukaan sebaiknya menghadap ke sisi Utara-Selatan.

Jenis bukaan yang terdapat di Ruang Kelas 8 menggunakan jendela kesmen dengan kaca di bagian tengahnya dan ventilasi jalusi di atasnya. Panjang ukuran bukaan sebesar 1,20 cm x 85 cm. Berikut jenis bukaan yang digunakan Ruang Kelas 8 di bawah ini.



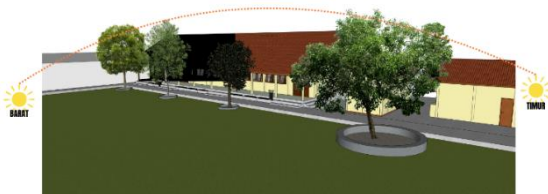
Gambar 21. Tipe Bukaan pada Bangunan Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Sirkulasi udara pada Ruang Kelas 8 tidak baik, hal ini disebabkan kurangnya celah udara masuk karena hampir tertutupi dengan kaca. Menurut Yeang (1994) dalam Amalia (2013), memaksimalkan bukaan yang mengarah ke Utara-Selatan bisa menguntungkan sebuah ruangan karena dapat melancarkan sirkulasi udara yang keluar masuk.



Gambar 22. Detail Potongan Bukaan Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Selanjutnya, pencahayaan yang masuk ke ruang kelas terasa kurang maksimal. Hal ini disebabkan tidak ada bukaan di bagian Timur-Barat. Selain itu adanya beberapa pohon berukuran besar yang menghalangi sebagian area ruang kelas. Sehingga ketika di siang hari, ruangan menjadi agak gelap dan mengakibatkan aktivitas belajar mengajar tidak efektif.

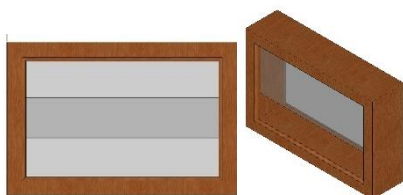


Gambar 23. Sistem Pencahayaan pada Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

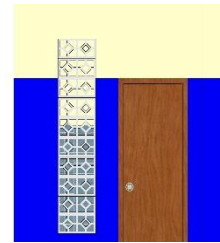
Bangunan kedua yaitu bangunan KM/WC Siswa. Posisi bukaan menghadap ke arah Timur-Barat. Bukaan menggunakan model *bovenlight zig-zag* berukuran 60 cm x 40 cm. Selain itu juga menggunakan roster beton motif berukuran 20 cm x 20 cm.



Gambar 24. Bukaan pada KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 25. Tipe Bukaan pada KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 26. Tipe Roster Beton Motif pada KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Sirkulasi udara pada bangunan KM/WC Siswa kurang baik. Hal ini disebabkan oleh akses udara yang masuk terasa sedikit dikarenakan ukuran bukaan yang kurang maksimal.



Gambar 27. Tipe Bukaan Bovenlight Zig-zag pada KM/WC Siswa

(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 28. Sistem Pencahayaan pada KM/WC Siswa

(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pencahayaan yang masuk KM/WC Siswa cukup baik dengan adanya bukaan yang berada di sebelah Timur, hal ini bagus untuk sebuah ruangan untuk mendapatkan cahaya matahari alami. Selain itu juga terdapat bukaan di sebelah Barat KM/WC Siswa. Dipengaruhi oleh keberadaan bangunan di sebelahnya, yaitu Ruang Penjaga dan Kantin, sehingga ruangan tidak terasa lembab maupun panas.

Bangunan ketiga adalah Ruang Penjaga dan Kantin. Bukaan berada di Utara-Selatan-Timur.



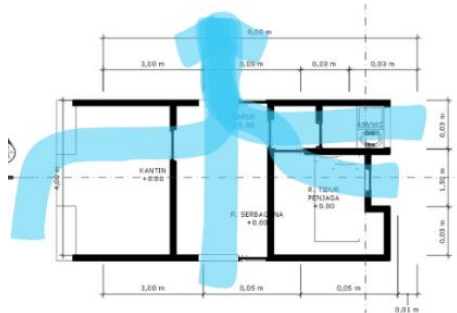
Gambar 29. Bukaan pada Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Jenis bukaan menggunakan jendela kesmen dan ventilasi jalusi di bagian atasnya. Bukaan jendela berukuran 1,20 cm x 85 cm.



Gambar 30. Tipe Bukaan pada Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Sirkulasi udara pada Ruang Penjaga dan Kantin cukup baik dengan menggunakan sistem *cross ventilation*. Bangunan ini memaksimalkan fungsi bukaan yang menghadap ke Utara-Selatan sehingga dapat melancarkan sirkulasi udara. Di bagian Barat terdapat bagian bukaan terlebar yang menjadi jalur terbesar dari keluar/masuknya udara. Hal ini juga dapat membantu melancarkan sistem peredaran udara dalam bangunan.



Gambar 31. Sistem Cross Ventilation pada Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

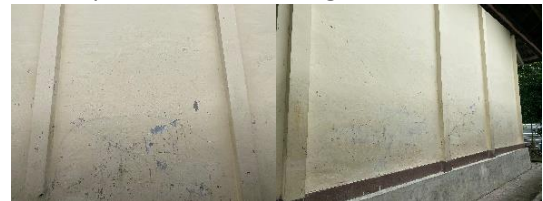
Pencahayaan pada Ruang Penjaga dan Kantin cukup bagus dengan banyaknya bukaan pada bangunannya. Bangunan ini memiliki orientasi menghadap ke Barat-Timur yang mendapatkan sinar matahari cukup. Sehingga sinar matahari yang masuk bangunan tidak berlebihan.



Gambar 32. Sistem Pencahayaan pada Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Analisa Material Bangunan

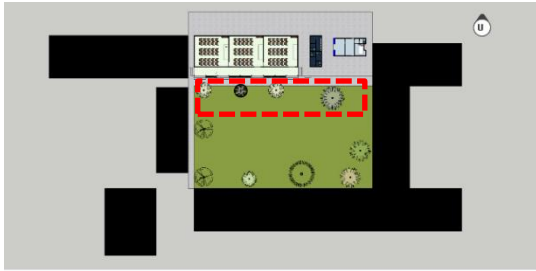
Material bangunan yang digunakan untuk Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin menyesuaikan dengan kondisi, iklim, dan potensi tapak. Material dinding bersifat ringan dan tipis sebagai perlindungan dari hujan yang bisa memicu kelembaban tinggi. Selain itu, penggunaan dinding juga bersifat kuat dan efisien. Bangunan kulit luar berwarna terang, yaitu kuning terang dapat memantulkan sinar matahari yang datang sehingga ruangan tidak terasa panas ketika di siang hari.



Gambar 33. Analisa Material Bangunan
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Di beberapa bagian pada Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin terdapat cat dinding yang mengelupas. Dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain, pengaruh kelembaban udara yang tinggi, terkena rembesan dari talang air sehingga permukaan dinding menjadi basah dan lembab.

Analisa Vegetasi



Gambar 34. Site Plan Vegetasi pada MTs Muhammadiyah 6 Karanganyar
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 35. Vegetasi pada Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Vegetasi pada Ruang Kelas 8 menggabungkan antara unsur biotik (tanaman) dan abiotik (bangunan). Hal ini memenuhi prinsip bioklimatik menurut Yeang (1994, dalam Amalia, 2013). Letak vegetasi pada tapak berpengaruh juga pada kenyamanan termal yang diterima oleh pengguna dalam bangunan. Peletakan vegetasi pada tapak tidak hanya melindungi tanah dari cahaya matahari langsung, tetapi juga menyaring udara yang masuk ke bangunan.



Gambar 36. Vegetasi pada Bangunan Ruang Kelas 8
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pada WC/KM Siswa tidak ada unsur penggabungan antara biotik (tanaman) dan abiotik (bangunan). Namun pada area tersebut dijadikan area jalan bagi siswa/siswi maupun pengguna sekolah yang lain untuk berlalu lalang. Area jalan menggunakan rabat beton yang berfungsi untuk mencegah becek saat hujan dan membuat tanah lebih rata. Selain itu juga dibangun saluran air untuk mengurangi/membuang air yang berlebihan.

Area terbuka tersebut juga berfungsi menyalurkan udara pada WC/KM Siswa.



Gambar 37. Vegetasi pada WC/KM Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Ruang Penjaga dan Kantin tidak mengaplikasikan unsur bioklimatik pada vegetasi bangunan. Tidak ada penggabungan antara tanaman dan bangunan yang tidak hanya berfungsi untuk memperindah lingkungan.



Gambar 38. Vegetasi pada Ruang Penjaga dan Kantin
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

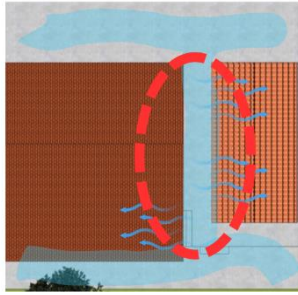
Analisa Ruang Transisi

Ruangan tengah di antara sisi bangunan berfungsi sebagai penghubung atau transisi pada bangunan, sehingga ruang tidak terkesan sempit atau pengap.



Gambar 39. Ruang Transisi Antara Bangunan Ruang Kelas 8 dan WC/KM Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Terdapat celah di antara Ruang Kelas 8 dan WC/KM Siswa yang digunakan sebagai ruang transisi. Hal ini dimanfaatkan sebagai jalur keluar/masuk sirkulasi udara yang mengalir dari arah luar melalui ruang transisi lalu masuk ke area WC/KM Siswa dan koridor kelas.



Gambar 40. Ruang Transisi Antara Bangunan Ruang Kelas 8 dan WC/KM Siswa

(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Transisi di antara KM/WC Siswa dan Ruang Penjaga dan Kantin terasa gelap dan pengap. Hal ini dikarenakan kurangnya pencahayaan di area tersebut di waktu siang hari. Namun untuk fungsi sebagai jalur keluar/masuk udara sebagai ruang transisi dikatakan cukup bagus, sesuai dengan teori bioklimatik menurut Yeang (1994), ruang transisi sebagai peletakan di tengah/sekeliling bangunan yang berfungsi sebagai ruang udara.



Gambar 41. Ruang Transisi Antara WC/KM Siswa dan Ruang Penjaga dan Kantin

(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Hasil Simulasi Desain



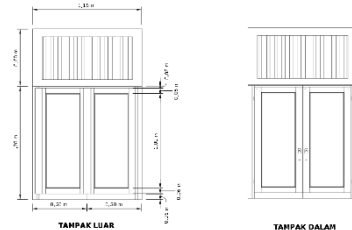
Gambar 42. Simulasi Desain bagian Bukaannya, Pencahayaan, dan Penghawaan Alami pada Ruang Kelas 8 (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 43. Simulasi Desain Bukaannya Ruang Kelas 8 (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pada simulasi desain yang dihasilkan untuk penghawaan dan pencahayaan pada Ruang Kelas 8, bukaan yang semula menggunakan model jendela kesmen diubah menjadi jendela *swing* 2 daun dengan ukuran yang sama.

Penggunaan jendela *swing* 2 daun ini dimaksudkan agar sirkulasi udara yang masuk lebih optimal dengan ukuran bukaan yang lebar. Karena bukaan yang lebar, maka pencahayaan yang masuk ruangan juga akan lebih mudah.



Gambar 44. Simulasi Desain Detail Bukaannya Ruang Kelas 8 (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Pada desain sebelumnya, vegetasi pada Ruang Kelas 8 menggunakan pepohonan berukuran besar yang akibatnya sinar matahari tidak dapat masuk ke ruangan dengan baik. Dengan demikian, vegetasi diganti dengan ukuran yang lebih kecil sehingga ruangan akan mendapatkan cahaya yang cukup ketika di siang hari.



Gambar 45. Simulasi Desain Pada Pencahayaan Ruang Kelas 8

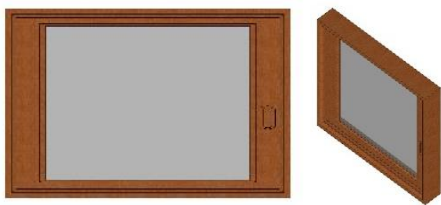
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Selanjutnya yaitu simulasi desain yang dihasilkan pada penghawaan KM/WC Siswa. Pada bukaan, mulanya KM/WC Siswa menggunakan *bovenlight zig-zag* yang membuat sirkulasi udara kurang lancar akibat minim bukaan.

Pada simulasi desain menggunakan jendela *sliding* untuk model penggunaan kamar mandi/kamar kecil. Dengan ukuran yang sama, yaitu 60 cm x 40 cm, bukaan dapat diatur sebagai jalur sirkulasi udara.



Gambar 46. Simulasi Desain Pada Penghawaan KM/WC Siswa (Sumber: Dokumen Penulis, 2024)



Gambar 47. Simulasi Desain Detail Pada Penghawaan KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

Selain itu di bagian atas pintu KM/WC Siswa diberikan ventilasi jalusi untuk mencapai sistem *cross ventilation*. Ventilasi jalusi dengan ukuran 1,20 cm x 85 cm. Penambahan ventilasi udara pada KM/WC Siswa mampu bekerja dengan baik dan tidak mengakibatkan ruang menjadi bau/pengap.



Gambar 48. Simulasi Desain Detail Pada Penghawaan KM/WC Siswa
(Sumber: Dokumen Penulis, 2024)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari ketiga objek penelitian yaitu Ruang Kelas 8, KM/WC Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin, dianalisis menurut parameter desain bioklimatik yang sudah disesuaikan yaitu; orientasi bangunan, pencahayaan dan penghawaan alami, penggunaan material bangunan, vegetasi, dan ruang transisi. Hasil Analisa pada ketigab objek yaitu:

Tabel 1. Rincian Hasil Kesimpulan dari Indikator Arsitektur Bioklimatik

Ruang Indikator	R. Kelas 8	WC/KM Siswa	R. Penjaga & Kantin
Orientasi Bangunan	√	-	-
Pencahayaan & Penghawaan Alami	-	-	√
Penggunaan Material Bangunan	√	√	√
Vegetasi	√	-	-
Ruang Transisi	√	√	√

Saran

Dari tabel hasil kesimpulan di atas, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan

sebagai gambaran desain untuk perancangan Ruang Kelas, WC/KM Siswa, dan Ruang Penjaga dan Kantin yang sesuai dengan prinsip bioklimatik:

1. Pada bagian penghawaan di Ruang Kelas 8, sebaiknya pada bukaan menggunakan model jendela yang memiliki bukaan lebar untuk mempermudah jalur sirkulasi udara yang keluar/masuk, seperti menggunakan jenis jendela *swing* 2 pintu.
2. Menggunakan jenis vegetasi berukuran lebih kecil untuk memaksimalkan cahaya matahari yang masuk ke Ruang Kelas 8 maupun ruang transisi antara KM/WC Siswa dan Ruang Penjaga dan Kantin, sehingga ketika di siang hari ruangan tidak terasa gelap.
3. Perlu pengecatan ulang pada bagian tembok yang sudah mengelupas dengan kualitas cat tembok yang lebih baik. Dipastikan kondisi tembok tidak lembab/berair sehingga proses pengecatan memperoleh hasil yang maksimal.
4. Untuk mendapatkan sirkulasi udara yang baik, pada bagian WC/KM Siswa ditambahkan ventilasi jalusi di bagian atas pintu untuk memberikan celah udara yang masuk melalui rongga-rongga. Serta penggunaan *bovenlight zig-zag* diganti menjadi jendela *sliding* untuk jenis kamar mandi/kamar kecil. Hal tersebut dilakukan untuk memperlancar sistem peredaran udara pada KM/WC Siswa, sehingga ruangan tersebut tidak bau dan pengap.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyaningrum, H, K., Hardiyati., Nugroho, R. (2017). Implementasi Prinsip Desain Arsitektur Bioklimatik pada bangunan Perpustakaan di Klaten. *Arsitektura*, Vol. 15, No.2: 434-438.
- Rosang, Agnes Glorya Pretty. (2016). *Penerapan Konsep Desain Arsitektur Bioklimatik*.
- Dunlop, P, D. (1994). Solar Photovoltaic Air Conditioning of Residential Buildings. In: *Proceedings of the 1994 summer study on energy efficiency*, Vol 3. FSEC, USA,

190.

- Widera, B. (2015). Bioclimatic Architecture. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, Vol. 2 No. 4, 567-578.
- Widera, B. (2014) *Bioclimatic architecture as an Opportutiny for developing countries, Poland. (Converence Paper)*
- Sørensen P., (2008). *Wind and Ventilation. In: Torben Dahl, Climate and Architecture, Routledge.* Taylor & Francis Group, English Edition, Oxon, 90-113.
- Dahl, T. (2008). *Climate and Architecture.* Routledge: Oxon.
- Tantasavasdi C., Srebric J., Chen Q., (2001). Natural Ventilation Design for Houses in Thailand, *Energy and Buildings*, 33(8), 815-824.
- Fathy H., (1986). *Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates*, New York: United Nations University.
- Yeang, Ken. (1994). *Bioclimatic Skyscrapers*, London: Artemis.
- Hyde, Richard. (2008). *Bioclimatic Housing: Innovative Design for Warm Climates*, Cromwell Press, Trowbridge, United Kingdom.
- Megawati, L, A., Akromusyuhada, A. (2018). Pendekatan Arsitektur Bioklimatik pada Konsep Bangunan Sekolah yang Hemat Energi. *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, Vol. 1.
- Mulya, I., Arwan, B., Hsb, R., Nuraini, C., Moerni, S, Y. (2020). Analisis Aplikasi Konsep Arsitektur Bioklimatik pada Asrama Haji, Rumah Susun, dan Sekolah Menengah Kejuruan (Studi Kasus: Asrama Haji Embarkasih Medan, Rumah Susun Kayu Putih, dan SMKN 1 Percut Sei Tuan). *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*, Vol. 4, No. 2: 13-22.
- Hildayanti, A., Wasilah. (2022). Pendekatan Arsitektur Bioklimatik Sebagai Bentuk Adaptasi Bangunan Terhadap Iklim. *National Academic Journal of Architecture*, Vol. 9, No. 1: 29-41.
- Bestara, K, A. (2021). Bioclimatic Architecture as a Design Approach for High School in Gedebage, Bandung City. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, Vol. 671: 270-273.
- Kalamang, M, I, D. (2013). Pengaruh Iklim Terhadap Bentuk dan Bahan Arsitektur Bangunan. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, hal: 1-10.
- Suwarno, N., Ikaputra. (2020). Arsitektur Bioklimatik, Usaha Arsitek Membantu Keseimbangan Alam dengan Unsur Buatan. *Jurnal Arsitektur Komposisi*, Vol. 13, No. 2: 87-93.
- Fahri, M., Satwikasari, A, F. (2022). Kajian Konsep Arsitektur Bioklimatik pada Bangunan Punggol Waterway Terrace, Singapura. *AGORA: Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, Vol. 20, No. 2: 258-272.
- Gunawan, I, W, A. (2019). Pengaruh Iklim, Sinar Matahari, Hujan, dan Kelembaban pada Bangunan. *Prosiding Seminar Nasional Arsitektur, Budaya dan Lingkungan Binaan (SEMARAYANA#1)*, hal: 147-156.
- Aalia, N., Nugroho, A, M., Asikin, D. (2014). Fasad Bioklimatik pada Rancangan Perpustakaan Umum di Kedung Kandang Kota Malang. *Jurnal Mahasiswa Departemen Arsitektur*, Vol. 2, No. 2.
- Setiawan, D, P., Nurhasan. (2021). Penerapan Konsep Bioklimatik pada Arsitektur "Galeri Batik" Surakarta (Studi Kasus: Galeri Batik Rumah Heritage Istana Batik Keris (Omah Lowo)). *SIAR II 2021: SEMINAR ILMIAH ARSITEKTUR*, hal: 25-31.