

PENINGKATAN KENYAMANAN TERMAL SEKOLAH DI IKLIM TROPIS PESISIR MELALUI KONSEP BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

¹Nicky Tan, ²Stivani Ayuning Suwarlan*, ³Carissa Dinar Aguspriyanti
^{1,2,3}Program Studi Arsitektur, Universitas Internasional Batam, Batam
stivani@uib.ac.id²

Informasi Naskah

Diterima: 10/05/2023-; Disetujui terbit: 13/12/2023; Diterbitkan: 13/12/2023;
<http://journal.uib.ac.id/index.php/jad>

ABSTRAK

Sekolah merupakan salah satu bangunan tempat proses belajar mengajar terjadi yang direncanakan untuk menciptakan suasana nyaman bagi peserta didik dengan faktor kenyamanan termal. Permasalahan yang ditemukan pada sekolah yang berada di iklim tropis pesisir berdasarkan hasil wawancara ialah 73% siswa-siswi merasa kurang nyaman secara termal dengan keadaan ruang dan kurangnya area hijau di lingkungan sekitar. Hal ini dapat menurunkan tingkat kinerja beraktivitas karena konsentrasi seseorang terganggu dengan cuaca yang tidak menentu. Melihat keadaan tersebut, diperlukan suatu desain arsitektur dengan menerapkan konsep arsitektur bioklimatik pada sistem penghawaan sekolah di daerah iklim tropis yang diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan termal bangunan. Metode penelitian yang digunakan ialah penelitian kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka untuk memperoleh informasi yang diperlukan. Objek penelitian yang diambil sebagai studi kasus ialah bangunan SMA Negeri 26 Batam dengan mengamati keadaan lingkungan dan iklim setempat. Hasil penelitian diharapkan menjadi arahan desain bagi pihak yang membutuhkan dengan penerapan konsep bioklimatik arsitektur pada desain bangunan.

Kata Kunci: arsitektur bioklimatik, kenyamanan termal, sekolah tropis

ABSTRACT

The school is one of the buildings where the teaching and learning process occurs which is planned to create a comfortable atmosphere for students with thermal comfort factors. The problem found in schools located in tropical coastal climates based on interview results was that 73% of students felt thermally uncomfortable with the condition of the space and the lack of green areas in the surrounding environment. This can reduce the level of activity performance because a person's concentration is disturbed by uncertain weather. Seeing this situation, an architectural design is needed that applies the concept of bioclimatic architecture to school ventilation systems in tropical climate areas which is expected to increase the thermal comfort of buildings. The research method used is descriptive qualitative research with data collection techniques through observation, interviews and literature study to obtain the necessary information. The research object taken as a case study is the Batam 26 State High School building by observing the local environmental and climate conditions. It is hoped that the results of the research will provide design direction for parties who need to apply architectural bioclimatic concepts to building design.

Keyword: bioclimatic architecture, thermal comfort, tropics school

1. Pendahuluan

Sekolah merupakan salah satu bangunan tempat proses belajar mengajar terjadi yang direncanakan untuk menciptakan suasana nyaman bagi peserta didik, sehingga potensi diri secara aktif dapat berkembang menurut UU Sisdiknas No. 20, 2003. Salah satu faktor kenyamanan yang diperlukan dalam lingkungan sekolah yang berada di daerah tropis adalah kenyamanan termal (Sari et al., 2022). Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki tingkat kelembaban udara tinggi dapat mencapai 80 %, suhu relatif tinggi mencapai 35 %, serta tingkat radiasi matahari yang besar (Yunita et al., 2018). Wilayah pesisir di

Indonesia berpotensi besar untuk pengembangan wilayah kedepannya tetapi perlu diperhatikan perubahan iklim di pesisir yang cukup ekstrim dengan kecepatan angin yang tidak menentu, curah hujan, dan terik matahari (Putra et al., 2015). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada SMA Negeri 26 yang berada wilayah pesisir Batam, Indonesia dimana terdapat 73% siswa/siswi berpendapat mereka merasa kurang nyaman secara termal dengan keadaan ruang dan kurangnya pepohonan rindang di lingkungan sekitar, 27% yang lain merasa cukup nyaman dengan bangunan sekolah tapi keadaan cuaca saat siang hari cukup panas dan terik. Melihat hal ini diperlukan perencanaan dengan melihat keadaan iklim tropis yang memiliki cuaca panas dan curah hujan yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan tingkat kinerja aktivitas dan konsentrasi (Dewantoro & Widodo, 2021).

Sebuah karya arsitektur memiliki tujuan yang harus dicapai yaitu bangunan dapat memberikan kenyamanan baik secara mental maupun fisik kepada pemilik bangunan (Karyono, 1996). Kenyamanan pada sebuah desain arsitektur terdapat dua aspek yaitu kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik yang terdiri dari kenyamanan ruang, penglihatan, pendengaran, dan suhu atau termal (Hendriani et al., 2022). Pada penelitian ini akan lebih memfokuskan pada salah satu aspek kenyamanan yang berkaitan erat dengan daerah tropis yang memiliki cuaca yang tidak menentu yaitu kenyamanan termal.

Menurut sumber yang didapatkan dari ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers*) kenyamanan termal ialah kondisi dimana penghuni bangunan merasa puas dan nyaman terhadap temperatur pada keadaan sekitarnya (Adinda et al., 2022), atau tidak merasa kondisi panas maupun kedinginan terhadap lingkungannya (Agustian et al., 2022). Kenyamanan termal dapat tercapai jika faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu suhu udara nyaman pada daerah beriklim tropis antara 22-28°C dan kelembaban 70-80% (Sitanggang et al., 2021). Kenyamanan termal memerlukan sirkulasi udara yang baik, pada ruangan tertutup sirkulasi udara terperangkap sehingga ruangan terasa kaku dan berkeringat bagi pengguna (Istiningrum et al., 2017). Selain itu, suhu radiasi dan temperatur udara memiliki pengaruh yang besar dalam melepas atau menerima panas dari lingkungan (Syamsiyah & Nur Izzati, 2021).

Berdasarkan kajian tersebut, diperlukan suatu desain arsitektur bangunan dengan menerapkan konsep arsitektur bioklimatik terhadap sistem penghawaan bangunan beriklim tropis yang diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan secara termal bagi pengguna atau penghuni bangunan (Hebbal et al., 2021). Permasalahan yang dapat dilihat pada penelitian ini yaitu kondisi suhu atau termal sekolah, solusi untuk mendapatkan kenyamanan termal, dan konsep yang tepat untuk menerapkan arsitektur bioklimatik pada desain penghawaan sekolah di daerah tropis. Penelitian pada artikel diharapkan dapat menjadi tinjauan dan referensi yang bermanfaat bagi pihak-pihak pembaca, peneliti, pemerintah, dan masyarakat sebagai pengetahuan atau bahan penelitian yang dapat dijadikan pedoman kebutuhan suatu penerapan desain arsitektur.

2. Kajian Pustaka

Arsitektur Bioklimatik

Arsitektur bioklimatik adalah suatu konsep desain dengan pendekatan pada bentuk arsitektur dan lingkungan yang memperhatikan kondisi iklim setempat yang bertujuan untuk mendapatkan kenyamanan termal dan visual bangunan (Suwarno & Ikaputra, 2020). Prinsip yang digunakan pada desain arsitektur bioklimatik yaitu mencari manfaat matahari, mengurangi radiasi panas, meminimalkan bukaan arah yang terik matahari, dan ventilasi atau bukaan alami yang perlu diperhatikan (Edikusuma et al., 2021). Konsepnya adalah desain adaptif yang dapat menyesuaikan dengan kondisi iklim setempat. Dalam penerapan konsep diperlukan perhatian pada analisis lahan yaitu analisis arah matahari, analisis angin, analisis curah hujan, dan analisis suhu (Edikusuma et al., 2021). Tujuan dari penerapan konsep tersebut adalah mengoptimalkan bangunan dengan bukaan atau cahaya alami, mengetahui arah sirkulasi udara yang baik, dan penerapan desain untuk mengatasi curah hujan dan kondisi suhu lingkungan setempat.

Prinsip-Prinsip Arsitektur Bioklimatik

Prinsip-prinsip desain arsitektur bioklimatik menurut Ken Yeang (Amalia et al., 2014)

secara ekologi ialah sebagai berikut:

1. *Orientation*, orientasi bangunan dapat mempengaruhi kenyamanan pengguna ruang (Rosetia et al., 2020). Orientasi bangunan dan bukaan yang baik dapat mengoptimalkan cahaya alami dan reduksi panas matahari (Ayuni & Soedjarwo, 2022) karena radiasi panas yang masuk ke ruangan dapat mempengaruhi kenyamanan.
2. *Opening*, bukaan jendela dan ventilasi pada bangunan terdapat pada setiap sisi bangunan untuk memaksimalkan cahaya alami yang masuk dan sirkulasi udara yang baik dan sejuk dengan *cross ventilation* yaitu bukaan menyilang pada kedua sisi ruang (Mulya & dkk., 2020).
3. *Shade and filter*, *shade* atau pembayangan pasif agar terhindar dari terik matahari (Hildayanti & Wasilah, 2022), *filter* adalah reduksi panas matahari dengan penggunaan contohnya *secondary skin* (Rahmidawati et al., 2020).
4. *Transition*, transisi zona antara ruang berupa ruang tengah yang berfungsi sebagai ruang udara.
5. *Green*, penghijauan dan vegetasi alami berfungsi sebagai area hijau, efek dingin sirkulasi udara, dan menghalau panas matahari.

Kenyamanan Termal

Kenyamanan adalah kondisi seseorang merasa nyaman dalam beraktivitas, dimana saat keadaan ruang dengan suhu yang sangat tinggi atau rendah akan berdampak terhadap fungsional organ tubuh manusia (Rahmadani, 2011). Pengertian kenyamanan termal sendiri merupakan pola pikir seseorang yang merasa puas dengan keadaan termal pada lingkungannya. Kategori yang ada pada kenyamanan termal yaitu fisik, fisiologis, dan psikologis (ASHRAE, 1966).

Berdasarkan standar ISO 7730, 2005 kenyamanan termal didefinisikan dalam tiga kategori yaitu:

1. *Physical thermal comfort*, yaitu meliputi temperatur, kelembaban udara, kecepatan angin, dan radiasi panas tubuh.
2. *Physiological thermal comfort*, yaitu keadaan suhu tubuh terhadap *temperature* permukaan kulit juga tingkat tubuh manusia dalam berkeringat.
3. *Psychological thermal comfort*, yaitu keadaan seseorang yang berpikir terhadap tingkat merasa puas dengan kondisi termal sekitar (Hoppe P., 2002).

Hal yang dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal terbagi dua kategori yaitu personal dan iklim ruang. Kategori melihat dari sisi personal sebagai berikut.

1. *Rate Metabolisme*, panas yang dikeluarkan tubuh saat beraktivitas. Semakin tinggi tingkat aktivitas yang dilakukan tubuh maka jumlah panas yang dihasilkan akan bertambah tinggi. Sehingga, tingkat panas yang semakin tinggi perlu dihilangkan dari tubuh agar tidak mengalami *overheat*. (Susanti & Aulia, 2016).
2. *Berpakaian*, aspek insulasi pakaian memiliki pengaruh terhadap kenyamanan termal terhadap pengguna. Batas tingkat kenyamanan pakaian adalah $n \leq 0,5$ Clo (Susanti & Aulia, 2016), yang merupakan satuan pengukuran insulasi pakaian.

Kategori selanjutnya yang melihat dari iklim ruang yaitu sebagai berikut.

1. Suhu udara, faktor yang sangat mempengaruhi kenyamanan termal seseorang. Suhu manusia meningkat saat berada diruangan dengan suhu diatas 21°C, yang mengakibatkan kulit manusia berkeringat (Karyono, 2015).
2. Kelembaban, merupakan perbandingan akumulasi uap air terhadap udara dengan jumlah bias *tamping* temperatur tertinggi uap air yang ada di udara. Tingkat keadaan nyaman pada daerah tropis berada di suhu 22-28°C dan kelembapan 70-80% (Anton, 2012).
3. Kecepatan angin, hal penting yang perlu diperhatikan mengenai kenyamanan termal contohnya ruangan tertutup memiliki udara yang tidak bergerak, dapat mengakibatkan ruangan terasa pengap dan rasa keringat bagi pengguna (Susanti & Aulia, 2016).
4. Radiasi, temperatur radiasi lebih besar berpengaruh dari pada temperatur udara terkait

udara panas yang dilepas atau diterima pada lingkungan (Susanti & Aulia, 2016).

Berdasarkan hasil kajian di atas mengenai kenyamanan termal yang termasuk aspek penting pada kenyamanan bangunan, dapat disimpulkan yaitu penerapan konsep bioklimatik di sekolah beriklim tropis diperlukan perhatian terhadap keadaan temperatur atau suhu ruang, apakah ruangan terlalu panas atau dingin sehingga dapat menerapkan konsep yang dimana penghuni dapat merasa nyaman dengan keadaan ruang terhadap bangunan tersebut.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini ialah metode penelitian kualitatif deskriptif yang menjelaskan keadaan sesuai dengan pengamatan serta data penelitian dianalisis untuk mendapatkan arahan desain berupa desain bangunan baru pada sekolah dengan penerapan konsep arsitektur bioklimatik yang akan dijelaskan pada bagian pembahasan pada bab selanjutnya. Objek dan data penelitian studi kasus ialah salah satu bangunan iklim tropis yang berada dekat daerah pesisir yaitu SMA Negeri 26 BATAM dengan mengamati keadaan iklim setempat dan kondisi penghawaan pada bangunan tersebut.

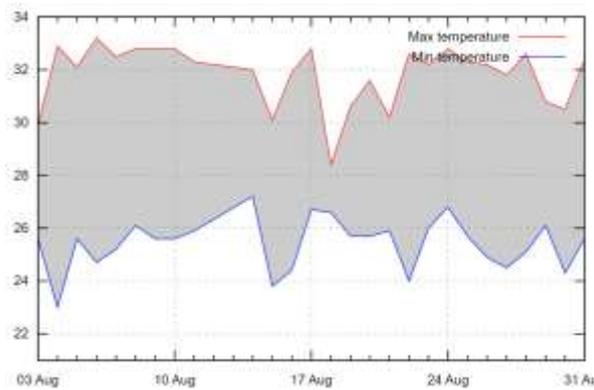
Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan studi pustaka untuk mendapatkan informasi data. Setelah mendapatkan data penelitian dilakukan validitas data dengan metode triangulasi yang bertujuan untuk mengecek kebenaran data-data penelitian dan menjelaskan suatu permasalahan pada penelitian. Metode triangulasi yang digunakan triangulasi teknik dengan melihat tiga teknik pengumpulan data yaitu wawancara kepada guru dan murid untuk mengetahui tingkat kenyamanan pada gedung sekolah. Observasi langsung untuk mencari data-data keadaan lingkungan sekolah dan tingkat kenyamanan sekolah dilihat dari pengujian menggunakan aplikasi *Weather* untuk mengecek tingkat suhu, kelembapan udara, dan angin. Studi pustaka dengan mencari referensi dari artikel ilmiah untuk mengetahui standar kenyamanan termal bangunan. Metode analisis data yang dipakai ialah metode analisis deskriptif bertujuan mengolah data-data yang ada menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan ringkas dengan mendeskripsikan keadaan dengan jelas dan detail.

4. Hasil dan Pembahasan

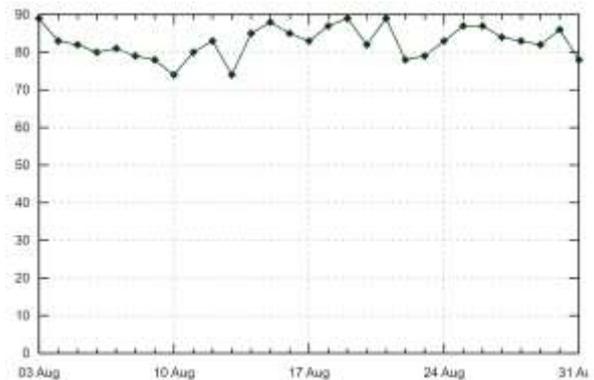
Analisis Kondisi Iklim pada Bangunan Sekolah

Bangunan SMA Negeri 26 Batam berada di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia yang merupakan daerah yang mempunyai iklim tropis dan berada tepat di garis khatulistiwa. Kondisi bangunan yang berada di daerah beriklim tropis ini dapat dilihat memiliki cuaca panas yang cukup terik berdasarkan hasil analisis pengukuran temperatur yang dapat dilihat pada grafik 1. Grafik tersebut menunjukkan kondisi temperatur titik tertinggi dan terendah per harinya pada bulan Agustus 2023 pada daerah sekolah. Variabel pada grafik temperatur menunjukan kondisi cuaca dengan suhu udara terpanas berkisar antara 28,4-33,1°C dengan rata-rata sebesar 30,75°C. Suhu terendah berkisar pada suhu antara 23-27,2°C dengan rata-rata sebesar 25,1°C.

Grafik 2 menunjukkan kelembapan relatif pada bangunan, kelembapan udara berkisar antara 72%-90% dengan rata-rata sebesar 81%. Jika melihat grafik variabel temperatur dan kelembapan udara menunjukan fluktuasi yang signifikan. Kondisi suhu terpanas yang mengalami perubahan di titik suhu 30,1°C dan titik suhu 32,9°C, terdapat selisih nilai perubahan suhu yang meningkat 2,8°C. Perubahan tersebut dapat terasa pada kondisi ruang bangunan yang semakin panas. Kondisi suhu terendah yang mengalami perubahan di titik 25,9°C dan 24°C, terdapat selisih nilai perubahan yang dapat menurun 1,9°C. Keadaan iklim pada bangunan selain dapat mengambil peningkatan suhu yang tinggi juga mengalami penurunan suhu dengan nilai yang signifikan. Kelembapan udara pada kondisi bangunan juga mengalami perubahan dengan nilai yang tinggi. Kondisi kelembapan udara pada titik 73% dan 80%, terdapat selisih perubahan 7% dimana perubahan nilai kelembapan sangat terasa pada keadaan ruangan.



Gambar 1. Temperature Measurement Analyze August 2023
 Sumber: Weatheronline.co.uk, 2023



Gambar 2. Relative Humidity August 2023
 Sumber: Weatheronline.co.uk, 2023

Kondisi iklim di daerah setempat mempengaruhi kenyamanan manusia yang berada pada bangunan. Terdapat standar nyaman pada bangunan menurut ASHRAE pada gambar 1, berfungsi mengetahui batas-batas kenyamanan yang dapat dicapai dan diperlukan untuk manusia merasa nyaman dengan keadaan termal bangunan. Batas kenyamanan yang dapat dirasakan manusia dibagi menjadi tiga kategori. Kategori sejuk nyaman, keadaan ruangan yang dirasa sudah nyaman dan terasa sejuk bagi pengguna ruang dengan kisaran suhu ruang berada diantara 20,5-22,8°C dan kelembapan udara berada di nilai 50%. Batas kondisi nyaman yang dapat dirasakan pada kategori ini ketika suhu ruangan tidak melebihi 24°C dan kelembapan udara 80%. Kategori nyaman optimal, keadaan ruangan yang cukup nyaman ditempati ketika suhu ruangan berada di kisaran 22,8-25,8°C dengan kelembapan 70%. Batas kondisi nyaman pada kategori nyaman optimal yaitu berada di suhu 28°C. Kategori hangat nyaman, keadaan ruangan yang dirasa sudah mulai tidak nyaman dikarenakan kondisi kinerja manusia mulai menurun pada suhu 26°C karena pada suhu ini umumnya manusia mulai merasa berkeringat (Muhaimin et al., 2023). Batas yang diperoleh pada kategori ini ketika suhu ruangan berada diantara 25,8-27,1°C dengan ambang batas suhu berada di 31°C dan kelembapan udara 60%.

Kategori	Temperatur Efektif (TE)	Kelembaban (RH)
Sejuk Nyaman	20,5°C-22,8°C	50%
Ambang Atas	24°C	80%
Nyaman Optimal	22,8°C-25,8°C	70%
Ambang Atas	28°C	
Hangat Nyaman	25,8°C-27,1°C	60%
Ambang Atas	31°C	

Sumber: ASHRAE, 2009.

Gambar 3. Standar Suhu Nyaman Bangunan Gedung
Sumber: ASHRAE, 2009

Berdasarkan analisis kondisi iklim pada bangunan yang melihat pada grafik pengukuran temperatur dan grafik kelembapan relatif dapat disimpulkan kondisi iklim pada bangunan berada di kondisi yang tidak sesuai dengan batas kenyamanan manusia sesuai standar suhu nyaman bangunan. Kondisi iklim bangunan berada di suhu tertinggi rata-rata 30,75°C dengan kelembapan udara rata-rata 81%, standar nyaman yang diperlukan suhu berada di batas 25,9°C dengan kelembapan 70%. Terdapat selisih nilai temperatur 4.85°C dan nilai kelembapan 11%, yang sudah dapat dirasakan jika suhu dalam ruangan atau bangunan terasa panas dengan nilai selisih temperatur maupun kelembapan yang tinggi.

Analisis Kenyamanan Termal Sekolah

Analisis kenyamanan termal pada bangunan sekolah dilakukan dari data hasil observasi lapangan, wawancara, dan hasil pengecekan keadaan iklim pada aplikasi yang akan dilakukan analisis untuk mendapatkan data yang valid dari ketiga sumber terkait kenyamanan termal ruang. Berdasarkan hasil pengumpulan data observasi terdapat masalah yang ditemukan pada penghawaan sekolah yaitu suhu relatif tinggi dapat mencapai 33°C pada siang hari, sirkulasi udara maupun ruangan yang kurang baik karena sistem ventilasi tidak efektif dan ruangan yang terasa sempit untuk menampung 36 siswa per kelasnya, dan masih sedikitnya pepohonan atau area hijau yang terdapat pada lahan sekolah dimana diperlukan untuk mengatasi cuaca terik dari panas matahari.



Gambar 4. Site Analysis SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

Kondisi sistem ventilasi gedung sekolah mempunyai beberapa bukaan pada kedua sisi ruangan yang bertujuan melancarkan sirkulasi udara yang baik dan mendapatkan cahaya alami yang masuk ke ruangan bangunan. Jenis ventilasi yang digunakan pada bangunan adalah ventilasi alami yang terdapat jendela kaca dan loster yang biasa dikenal dengan lubang angin. Bangunan tidak menggunakan ventilasi buatan seperti kipas angin atau AC tetapi memanfaatkan ventilasi alami untuk menyejukan ruangan dengan adanya sirkulasi udara pada bangunan (Pinassang et al., 2021). Bangunan memiliki orientasi bangunan yang menghadap ke arah barat laut dengan kondisi cuaca yang panas saat tengah hari. Peletakan bukaan yang berada di arah barat kurang efektif untuk digunakan ketika kondisi bangunan memiliki iklim dengan cuaca yang panas.

Sirkulasi udara pada keadaan ruangan tidak menerapkan ventilasi silang, udara di satu sisi bergerak menyilang dari ruangan menuju ke sisi sebelahnya. Kondisi ruangan dengan tinggi ruang sekitar 3,5 meter dengan luasan 8 x 9 meter memiliki bukaan dengan perhitungan sekitar 18,5%. Luasan bukaan pada dinding yang optimal berada di luasan 20% dari luasan dinding ruangan yang diperlukan untuk kondisi nyaman secara termal pada bangunan (Sukawi

& Gagoek, 2014). Hal penting terkait sirkulasi udara yang efektif dalam bangunan yaitu ukuran dan bentuk dari bukaan (Rangkuty et al., 2020). Sirkulasi ruangan dapat memiliki tingkat aliran udara yang besar ketika bukaan *outlet* (arah angin bergerak keluar) memiliki luas yang lebih besar dari bukaan *inlet* (arah angin masuk). Sebaliknya, kecepatan udara pada ruangan lebih merata jika *inlet* lebih luas dari *outlet* (Hamzah et al., 2023).

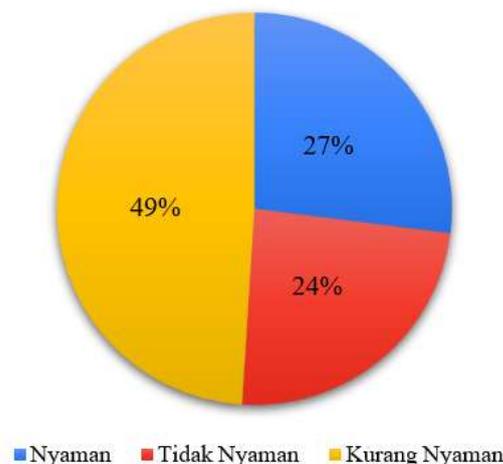
Kesimpulan pada analisis sistem ventilasi pada bangunan kebutuhan luasan bukaan sudah mendekati optimal sesuai standar kebutuhan bukaan, sirkulasi udara pada ruangan belum dikatakan efektif karena perlu diperhatikan besaran *inlet* dan *outlet* bukaan untuk sirkulasi pergerakan udara pada ruangan sehingga dapat mengantarkan panas pada ruangan keluar dan dapat memenuhi kenyamanan termal ruangan.



Gambar 5. Ruang Kelas SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

Hasil wawancara yang dilakukan penulis kepada guru dan siswa/siswi SMAN 26 Batam sebagai narasumber untuk mendapatkan data-data yang dapat dilihat pada gambar 2. Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisis jawaban-jawaban hasil wawancara, 49% narasumber menjawab mereka merasa kurang nyaman dan 24% narasumber merasa tidak nyaman dengan keadaan termal ruang sekolah karena udara panas pada ruangan karena cuaca panas matahari yang terik dan lingkungan sekitar sekolah kurang adanya penghijauan atau tanaman. Selanjutnya 27% narasumber yang lain menjawab sudah merasa nyaman karena ruangan yang *open plan* tidak bersekat dan berkesan luas tetapi terasa panas saat siang hari. Hal-hal yang diperlukan dalam pengembangan untuk peningkatan kenyamanan termal SMAN 26 yaitu perlu terdapat halaman luas dengan terdapat area hijau pepohonan, juga diperlukan bukaan sehingga ada sirkulasi udara didalam ruang kelas.

Tingkat Kenyamanan Termal



Gambar 6. Diagram Tingkat Kenyamanan Termal SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

Implementasi *Bioclimatic Architecture* pada Desain Sekolah

Penerapan konsep arsitektur bioklimatik pada pendekatan desain arsitektur bangunan sekolah yang memperhatikan keadaan lingkungan dan kondisi iklim lokal bertujuan untuk mendapatkan kenyamanan termal ruang sekolah. Hal-hal yang menjadi implementasi konsep bioklimatik pada desain arsitektur bangunan adalah penerapan prinsip-prinsip desain arsitektur bioklimatik terhadap desain bangunan sekolah. Prinsip pertama yang diterapkan pada desain sekolah adalah *orientation*, orientasi bangunan yang baik yaitu bangunan yang menghadap ke arah utara atau selatan. Orientasi bangunan sekolah pada lahan menghadap ke arah barat laut yang merupakan arah pintu masuk utama pada sekolah karena pada sisi lainnya terhalang dengan permukiman penduduk dan perniagaan. Sehingga arah orientasi bangunan masih tetap sama tetapi untuk mengatasi panas matahari yang mengarah langsung ke bangunan, terdapat 2 (dua) bangunan diantara pintu masuk utama yang berfungsi sebagai *shading* atau penghalau terik panas matahari yang langsung mengarah ke pintu masuk utama.



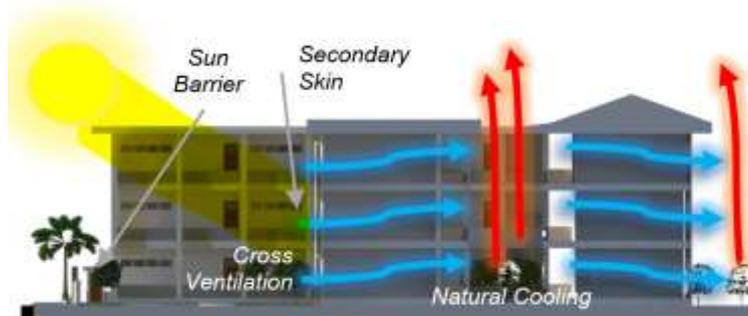
Gambar 7. Redesign Fasad SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

Selanjutnya prinsip yang diterapkan yaitu *opening* atau bukaan jendela dan ventilasi pada bangunan yang didesain terdapat pada setiap sisi bangunan tetapi memerhatikan arah sumber panas matahari. Dimana untuk bukaan yang menghadap langsung ke arah barat akan diminimalkan dan di sisi lainnya tetap seperti desain awal terdapat bukaan yang banyak tetapi menerapkan sistem *cross ventilation* yaitu terdapat bukaan yang bersilang pada kedua sisi bukaan, sisi depan ruangan menggunakan jendela kecil yang diletakkan di sisi atas, dan sisi belakang ruangan menggunakan bukaan jendela seperti biasa yang diletakkan sesuai jumlah besaran minimal bukaan ruangan yaitu 10-20% dari luas ruangan tersebut sehingga sirkulasi udara yang baik dapat tercapai dan mengurangi udara panas dalam ruangan. Bukaan ruangan yang menghadap langsung ke arah barat diatasi dengan penggunaan *secondary skin* dan kanopi atap yang berfungsi membiaskan cahaya dan mereduksi panas matahari yang masuk langsung dari arah bukaan. Hal tersebut sesuai dengan penerapan prinsip *shade and filter* pada konsep arsitektur bioklimatik bangunan.



Gambar 8. Redesign Ruang Kelas SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

Prinsip keempat yang diterapkan pada desain bangunan adalah transisi, yaitu dengan membuat ruangan yang berada diantara sisi bangunan dimanan ruangan di tengah ini berfungsi sebagai transisi atau penghubung diantara bangunan sehingga dapat melancarkan sirkulasi udara ruang dan tidak terkesan sempit atau pengap. Ruangan tengah ini dapat berupa halaman tengah atau *courtyard* yang selain berfungsi menjadi transisi ruang juga sebagai tempat titik temu sosial sekolah. Prinsip terakhir yaitu *green*, dengan memperbanyak area hijau yang ada pada lingkungan sekitar bangunan berfungsi membuat bangunan terasa sejuk karena adanya banyak pepohonan dan taman juga dapat berfungsi sebagai nilai estetika pada bangunan itu sendiri. Pepohonan yang banyak pada lingkungan sekitar bangunan ini juga menjadi reduksi bagi panas matahari yang cukup terik pada sisi barat sehingga dapat mengurangi permasalahan terkait panas matahari di sisi tersebut.



Gambar 9. Ilustrasi Konsep Desain SMA Negeri 26
Sumber: Penulis, 2023

5. Kesimpulan

Permasalahan yang ditemukan pada sistem penghawaan bangunan sekolah yaitu memiliki suhu yang relatif tinggi dapat mencapai 33°C pada siang hari, sirkulasi udara pada ruangan kurang baik, dan masih sedikit pepohonan sehingga berdampak pada kualitas pembelajaran dan konsentrasi siswa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan penerapan prinsip-prinsip desain arsitektur bioklimatik yang melihat dari sisi keadaan iklim lokal setempat untuk mendapatkan kenyamanan termal dan visual bagi bangunan maupun lingkungan. Penerapan desain yang digunakan pada arsitektur bioklimatik yaitu orientasi bangunan dan bukaan yang dioptimalkan ke arah utara dan selatan, bukaan atau ventilasi alami pada bangunan dimaksimalkan untuk pencahayaan alami dan sirkulasi udara yang baik dari *cross ventilation*, *secondary skin* dan kanopi sebagai reduksi cuaca panas, *courtyard* sebagai area transisi, serta penghijauan untuk menghalau panas matahari dan efek pendinginan udara. Dalam penerapan arahan desain yang dipaparkan menggunakan teori-teori, referensi konsep desain, dan prinsip desain arsitektur bioklimatik yang sesuai sehingga dapat menjawab permasalahan penelitian dan menjadi bahan pertimbangan untuk keperluan arahan desain kedepannya.

Penelitian yang dilakukan pada artikel ini diharapkan dapat menjadi arahan desain bagi pihak sekolah maupun masyarakat luas yang membutuhkan referensi mengenai penerapan prinsip desain arsitektur bioklimatik, desain bangunan di daerah pesisir yang beriklim tropis. Saran dari peneliti kepada penelitian berikutnya yang membahas mengenai topik yang memiliki keterkaitan dengan artikel ini, pemaparan dan penjelasan terkait prinsip desain yang digunakan pada arahan desain bangunan dapat lebih mendalam untuk menjawab dari permasalahan penelitian yang ada. Pada penelitian ini belum dapat dikatakan sempurna perlu lebih ditingkatkan untuk solusi penyelesaian yang lebih baik pada penelitian berikutnya. Semoga kedepannya artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada penelitian yang dilakukan pada artikel ini.

Daftar Pustaka

Adinda, A., Rachmawati, R., Mattin, A., Arsitektur, P. S., Balikpapan, U., & Balikpapan, K. (2022). *Thermal Comfort and Building Design Adaptation in Balikpapan City*. 1, 28–38.

- Agustian, V., Silaban, Y. C., & Suwarlan, S. A. (2022). *Pentingnya Inverter System Air Conditioner pada Penghawaan Ruang Showroom Kota Batam*. 03(01), 1–8. <https://journal.uib.ac.id/index.php/jad/article/view/4264/2481>
- Amalia, N., Nugroho, A. M., & Asikin, D. (2014). Fasad Bioklimatik pada Rancangan Perpustakaan Umum di Kedung Kandang Kota Malang. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya*, 2(2). <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/58>
- Ayuni, J. M., & Soedjarwo, M. P. (2022). Design Study Co-Working Space Building Based On Bioclimatic Architectural Principles. *Journal of Architectural Design and Urbanism*, 5(1), 22–33. <https://doi.org/10.14710/jadu.v5i1.15024>
- Dewantoro, F., & Widodo, D. A. (2021). Kajian Pencahayaan Dan Penghawaan Alami Desain Hotel Resort Kota Batu Pada Iklim Tropis. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 02(01), 1–7. <https://ejournal.teknokrat.ac.id/index.php/jice>
- Edikusuma, A., Ramadhani, S., & Mukmin, A. (2021). Penerapan Tema Arsitektur Bioklimatik pada Perencanaan Beach Resort di Pantai Tanjung Papuma Jember. *Tekstur (Jurnal Arsitektur)*, 2(1), 23–30. <https://doi.org/10.31284/j.tekstur.2021.v2i1.1511>
- Hamzah, B., Rahim, M. R., Ishak, M. taufik, & Sahabuddin. (2023). Kinerja Sistem Ventilasi Alami Ruang Kuliah. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 6(1), 24–31. <https://doi.org/10.32315/jlbi.6.1.51>
- Hebbal, B., Marif, Y., Kaddour, A., Belhadj, M. M., & Azizi, A. (2021). Bioclimatic Approach of Passive Cooling Techniques for the Desing of Buildings in Southern Algeria. *International Journal of Energetica*, 6(1), 13–18.
- Hendriani, A. S., Sibyan, H., & Hermawan, H. (2022). MODEL KENYAMANAN TERMAL DENGAN MENGGUNAKAN STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM) PADA PONDOK PESANTREN DI WONOSOBO memerlukan energi yang tidak sedikit . Penghuni yang banyak dalam bangunan menjadikan Conditioning) system . Potensi penghematan energi terj. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 5(3), 499–508. <https://ejournal.upi.edu/index.php/jaz/article/view/50258>
- Hidayanti, A., & Wasilah. (2022). Pendekatan Arsitektur Bioklimatik Sebagai Bentuk Adaptasi Bangunan Terhadap Iklim. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 9(1), 29–41. <https://doi.org/10.24252/nature.v9i1a3>
- Istiningrum, D. T., Arumintia W.S, 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.
- Muhaimin, M., Alviawati, E., & Angriani, P. (2023). *Urgensi kenyamanan termal dalam perspektif pembelajaran*. 7, 23–32. <https://doi.org/10.29408/geodika.v7i1.6451>
- Mulya, I., & dkk. (2020). Analisis Aplikasi Konsep Arsitektur Bioklimatik Pada Asrama Haji, Rumah Susun, Dan Sekolah Menengah Kejuruan Ramadhansyah Hsb, Bayu Arwan, Ilham Mulya, Cut Nuraini, Saufa Yardha Moerni. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA Volume*, 04(3), 13–22.
- Pinassang, J. L., Harsritanto, B. I. R., & Sari, D. P. (2021). What We Can Learn from Vernacular House and COVID-19 Infection? A Review of Mbaru Niang, Flores, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 317, 1–10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131704017>
- Putra, A., Husrin, S., Al Tanto, T., & Pratama, R. (2015). Kerentanan Pesisir Terhadap Perubahan Iklim Di Timur Laut Provinsi Bali. *Majalah Ilmiah Globë*, 16(4), 43–50. <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Rahmidawati, R., Widyawati, K., & Hidayat, R. (2020). Perancangan Quranic Learning Center Dengan Pendekatan Bioclimatic Architecture Di Sentul. ... *Komunitas Dan Kota ...*, 570–579. <http://proceeding.unindra.ac.id/index.php/semnaskkbarsi/article/view/5109>
- Rangkuty, G. I. U., Carol, N. J., Christina, E., Deviana, D., Wilarso, A. S., Wahyudi, A. R., Antony, A., Willyam, C., Ardiansyah, H. B., & Leonardi, W. (2020). Analisis Adaptasi Karakteristik Visual Arsitektur Melayu Kampung Tua Tanjung Riau. *Journal of Architectural Design and Development*, 1(2), 146. <https://doi.org/10.37253/jad.v1i2.837>
- Rosetia, A., Shevriyanto, B., Tan, D., Chandrawati, A., Aswanti, C., Charlie, C., Farell, E., Toh, K., Cung, R., & Suryanto, S. (2020). Identifikasi Penggunaan Ruang Luar Terhadap Orientasi Bangunan Rumah Melayu di Daerah Pesisir Kampong Tua Tanjung Riau. *Journal of Architectural Design and Development*, 1(1), 85. <https://doi.org/10.37253/jad.v1i1.836>
- Sari, L. H., Rauzi, E. N., & Pertiwi, A. L. (2022). *Termal Pada Ruang Kelas Pada Masa Pandemi*. 9(1).
- Sitanggang, R. A., Kindangen, J. I., & Tondobala, L. (2021). Faktor – faktor yang Mempengaruhi

- Kenyamanan Termal pada Bangunan Tipe Rumah Sederhana Studi Kasus : Perumahan Griya Paniki Indah di Manado. *Jurnal Fraktal*, 6(1), 30–37.
- Sukawi, & Gagoek, H. (2014). *PENGARUH LUAS BUKAAN TERHADAP KEBUTUHAN PERTUKARAN UDARA BERSIH DALAM RUMAH TINGGAL* Sukawi, Gagoek Hardiman. 79–86.
- Susanti, L., & Aulia, N. (2016). Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Sekolah SMA Negeri di Kota Padang. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 12(1), 310. <https://doi.org/10.25077/josi.v12.n1.p310-316.2013>
- Suwarno, N., & Ikaputra. (2020). Usaha Arsitek Membantu Keseimbangan Alam dengan Unsur Buatan. *Jurnal Arsitektur Komposisi*, 13.
- Syamsiyah, N. R., & Nur Izzati, H. (2021). Strategi Kenyamanan Termal Masjid Al-Kautsar Kertonatan, Kartasura, Sukoharjo. *Langkau Betang: Jurnal Arsitektur*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.26418/lantang.v8i2.45792>
- Yunita, A., Hamzah, B., & Mulyadi, R. (2018). Kenyamanan Termal Sekolah Menengah Pertama Negeri di Wilayah Pesisir, Dataran Rendah dan Pegunungan di Kabupaten Pangkajene Kepulauan. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 22(2), 113–119. <https://doi.org/10.25042/jpe.112018.03>