

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL PERANCANGAN RUANG KELAS BERBASIS BUKAAN JENDELA PADA SEKOLAH ISLAM TERPADU DI RUPAT UTARA

Anisa Septiana Putri¹, Imbardi.², Wati Masrul*³

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: anisaseptiana123@gmail.com, imbardi@unilak.ac.id, watimasrul@unilak.ac.id

ABSTRAK

Sekolah Islam Terpadu merupakan sebuah sarana pendidikan yang berbasis islam, dimana terjadinya berbagai aktifitas kegiatan belajar mengajar dan juga beribadah. Dengan banyaknya aktifitas yang terjadi didalamnya, maka sebuah ruang kelas dituntut untuk memenuhi kenyamanan termal, agar pengguna ruang tersebut bisa beraktifitas dengan baik dan semestinya. Di Indonesia iklim tropis lembab menyebabkan rendahnya kecepatan angin, serta kelembaban dan suhu udara yang tinggi. Tingkat kelembaban yang tinggi menyebabkan sirkulasi udara tidak lancar dan menuntut kenyamanan termal. Analisis kenyamanan termal pada sebuah ruang kelas ini bertujuan untuk mengetahui dan memenuhi standar bagaimana agar udara yang masuk ke ruang kelas tersebut bisa maksimal dan bisa memenuhi kenyamanan termal pada ruang kelas. Oleh sebab itu, hasil penelitian dari studi kasus ini menunjukkan bahwa bukaan sangat mempengaruhi kenyamanan dalam ruangan. Akan tetapi, ukuran bukaan yang besar belum tentu bisa menjadikan sebuah ruang menjadi nyaman tetapi, bentuk dan penempatan bukaan yang tepat dapat menjadikan ruangan menjadi lebih nyaman.

Kata Kunci: Kenyamanan Termal, Bukaan Jendela, Ruang kelas.

ABSTRACT

An integrated Islamic school is an Islamic-based educational facility, where various teaching and learning activities and worship activities occur. With the many activities that occur in it, a classroom is required to meet thermal comfort, so that the users of the space can work properly and properly. In Indonesia, the humid tropical climate causes low wind speed, as well as high humidity and air temperature. High humidity levels cause air circulation is not smooth and requires thermal comfort. This analysis of thermal comfort in a classroom aims to find out and meet the standards of how the air entering the classroom can be maximized and can meet the thermal comfort in the classroom. Therefore, the research results from this case study show that the opening greatly affects the comfort in the room. However, a large opening does not necessarily make a room comfortable, but the right shape and placement of the opening can make the room more comfortable.

Keywords: Thermal Comfort, Window Opening, Classroom.

A. PENDAHULUAN

Kenyamanan termal pada ruang kelas merupakan salah satu aspek penting yang harus dipenuhi dalam merancang suatu bangunan. Di pulau rupa-t ini memiliki cuaca yang panas dengan suhu rata-rata mencapai 33°C. hal tersebut dapat berpengaruh pada kurangnya kenyamanan termal dalam ruang kelas. Kenyamanan termal yang dimaksud adalah kenyamanan suhu dan udara yang cukup didalam sebuah ruang kelas. Untuk mendukung terciptanya kenyamanan termal pada ruang kelas yang berada di daerah tropis adalah dengan meningkatkan kecepatan sirkulasi angin kedalam ruang kelas melalui desain bukaan. Oleh karena itu, untuk memenuhi standar kenyamanan termal pada ruang kelas, perlunya pemanfaatan dari desain pasif. Pemanfaatan desain pasif merupakan cara mengoptimalkan potensi iklim pada bangunan seperti pemanfaatan udara dan pencahayaan alami dalam upaya mempertahankan kenyamanan termal ruang kelas agar tetap baik. Kenyamanan termal merupakan kondisi pikiran yang menggambarkan kepuasan akan lingkungan termal yang dipengaruhi oleh temperature udara, kelembaban udara dan kecepatan pergerakan udara. Berdasarkan penelitian eddy imam santoso (Santoso 2012), untuk mencapai kenyamanan termal yang diinginkan perlu dilakukan kontrol atau tindakan adaptif dari penguin di antaranya dengan mengatur sistem ventilasi, mengatur sistem sirkulasi angin secara mekanis, memberikan tirai atau gordena pada bagian yang terkena oleh radiasi matahari, bahkan disarankan untuk memakai *shading* matahari untuk meminimalkan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.

Bukaan atau jendela tersebut dipakai sebagai sarana aliran arus udara dan sebagai pencahayaan alami atau ventilasi alami yang dibutuhkan bagi setiap ruang kelas yang ada pada bangunan. Untuk adanya udara yang masuk dan keluar, maka dibutuhkan bukaan sebagai lubang angin untuk melewati ruang dengan melalui proses cross ventilation.

Kenyamanan termal pada beberapa bangunan sekolah di sekitaran daerah pulau rupa-t tidak tercapai, hal ini terlihat dari beberapa adanya penggunaan sistem penghawaan buatan untuk mencapai kenyamanan termal. Oleh karena itu, analisis dan penelitian ini dimaksudkan untuk mencari tau seberapa besar pengaruh bukaan (ventilasi) terhadap tingkat kenyamanan termal didalam ruang kelas dengan menciptakan pergerakan udara.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada analisis kenyamanan termal perancangan ruang kelas berbasis bukaan jendela pada sekolah islam terpadu di

rupat utara ini yaitu Metode Kualitatif Deskriptif. Metode deskriptif merupakan metode penelitian yang di lakukan dengan cara mengumpulkan, menganalisa, memaparkan, serta menyimpulkan data yang diperoleh dari dari beberapa sumber seperti, studi literatur, data regulasi, survei atau observasi lapangan dan media digital seperti internet.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder, yaitu untuk data primer didapat langsung dari observasi lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan pengambilan data melalui jurnal-jurnal, peraturan-peraturan, dan dari bacaan-bacaan bereputasi. Dan Penelitian ini akan dimulai dengan mengevaluasi kondisi eksisting dimulai dari pengumpulan data eksisting yang diperlukan dan juga data ini berkaitan dengan perletakan massa bangunan dan juga banyaknya jumlah bukaan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Buka-an (ventilasi)

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi kinerja kenyamanan termal pada suatu ruang adalah dengan adanya faktor bukaan (ventilasi). (Sugini 2014) Buka-an merupakan suatu bagian dimana dimana sirkulasi manusia, angin atau udara dan cahaya bisa masuk dan keluar pada sebuah ruangan. Penempatan bukaan yang ideal biasanya diletakan di daerah yang memiliki tekanan angin yang tinggi sehingga akan membawa udara atau angin yang sejuk dan memenuhi kenyamanan termal pada sebuah ruang kelas. Yang harus diperhatikan adalah proses aliran udara atau angin tersebut agar bisa masuk dengan maksimal ke dalam ruang kelas.

Adanya bukaan (ventilasi) pada ruang kelas dapat membantu penurunan suhu didalam ruang tersebut. selain itu ventilasi alami juga berguna untuk mempengaruhi penyejuk kea rah manusia dengan bukaan bukaan permanen seperti pintu, jendela, void dan segala jenis bukaan yang bersifat permanen. Buka-an-bukaan yang mempengaruhi aliran udara di dalam ruangan, kualitas pencahayaan terdiri dari dua jenis, yaitu:

- 1) Pintu berguna untuk memberikan jalan keluar masuk pada sebuah ruangan dan menentukan pola gerak ruang manusia serta kegunaan ruang didalamnya.
- 2) Jendela berfungsi memasukkan cahaya dan udara ke dalam ruangan, memberikan pemandangan kea rah luar ruangan, memberikan hubungan

visual antara satu ruang ke ruang lainnya serta memberikan ventilasi alami kedalam ruangan.

Adapun fungsi bukaan adalah untuk memasukkan udara bersih dan mengeluarkan kelebihan udara panas yang disebabkan oleh radiasi tubuh manusia, dan kondisi lingkungan sekitar. Berikut beberapa jenis ventilasi:

1) Penghawaan alami

Penghawaan alami merupakan proses pergantian udara ruangan oleh udara segar dari luar ruangan tanpa adanya bantuan dari peralatan mekanikal.

2) Penghawaan buatan

Penghawaan buatan adalah proses pergantian udara ruangan oleh udara segar dari luar ruangan dan dibantu dengan penghawaan buatan seperti kipas angin dan AC.

3) Penghawaan hybrid

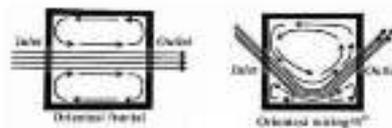
Penghawaan hybrid adalah penghawaan yang memadukan penggunaan ventilasi alami dan buatan. Memberikan peluang untuk memilih sistem ventilasi yang sesuai dengan kondisi sekitar.

2. Orientasi perletakan ventilasi

Perletakan ventilasi sebaiknya diletakkan menghadap arah tekanan angin yang tinggi menuju ke arah ruangan. Dan juga ditinjau dengan arah posisi sebuah ruangan dan melihat posisi arah angin keluar dan angin masuk ke dalam sebuah ruangan. Orientasi bukaan dengan pergerakan udara didalam ruang berkaitan dengan:

1. Orientasi angin yang masuk dengan arah gerak udara terhadap arah gerak angin mengakibatkan arah pergerakan udara yang terarah.
2. Orientasi angin masuk dan keluar terhadap arah datangnya angin mengakibatkan perbedaan kecepatan gerak udara.

Penempatan bukaan harus diletakkan di tempat yang berhadapan dengan arah angin yang datang, agar memperoleh dan kecepatan gerak angin kedalam ruang yang akan memperoleh kenyamanan termal.

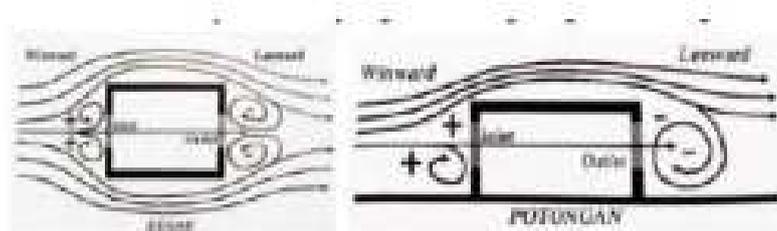


Gambar 1. Denah orientasi bukaan dan arah pergerakan angin

(Sumber : <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/penghawaan-alami-terkait-sistem-ventilasi-terhadap-kenyamanan-termal-bangunan-rumah-susun-industri-dalam-sidang-evaluasi,2022>)

3. Posisi Perletakan Ventilasi

Ventilasi yang berfungsi untuk memasukkan udara ke dalam sebuah ruangan sebaiknya ditempatkan sesuai dengan ketinggian manusia beraktifitas. Sementara, ventilasi yang berfungsi sebagai mengeluarkan udara sebaiknya lebih tinggi diatas ketinggian dari aktifitas manusia agar udara panas dapat dikeluarkan lebih mudah tanpa tercampur lagi dengan udara yang masuk ke dalam ruangan. (Ernst Neufert 2002) Ketinggian aktifitas manusia lebih kurang 60-80cm (dalam keadaan duduk) dan 100-150cm (dalam keadaan berdiri). Parameter yang baik untuk pergerakan udara kedalam suatu ruangan agar merata adalah sebagai berikut:

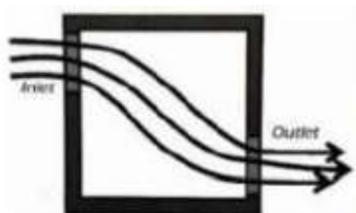


- 1) Udara bergerak mengalir hampir ke seluruh bagian di dalam ruangan.
- 2) Terbentuk sirkulasi yang membantu parameter aliran udara pada area yang tidak langsung terkena angin.

Gambar 2. Aliran udara pada ruangan

(Sumber : <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/penghawaan-alami-terkait-sistem-ventilasi-terhadap-kenyamanan-termal-bangunan-rumah-susun-industri-dalam-sidang-evaluasi,2022>)

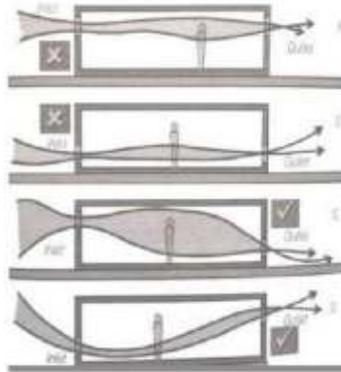
- 3) Terjadi cross ventilation, posisi angin masuk dan keluar tidak langsung berhadapan dan tidak berada di elevasi yang sama.



Gambar 3. Cross Ventilation

(Sumber : <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/penghawaan-alami-terkait-sistem-ventilasi-terhadap-kenyamanan-termal-bangunan-rumah-susun-industri-dalam-sidang-evaluasi,2022>)

Untuk memperoleh kenyamanan termal, posisikan angin yang masuk dan keluar pada posisi yang tepat agar tidak berhadapan langsung dengan udara panas sehingga udara panas dapat dikeluarkan dengan mudah tanpa tercampur lagi dengan udara yang sejuk. Dan juga agar sirkulasi arah gerak udara di dalam



ruangan pun juga lebih terarah.

Gambar 4. *Posisi Bukaannya yang benar pada Ruangan*

(Sumber : <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/penghawaan-alami-terkait-sistem-ventilasi-terhadap-kenyamanan-termal-bangunan-rumah-susun-industri-dalam-sidang-evaluasi,2022>)

4. Dimensi Ventilasi

Untuk dimensi ventilasi ini sangat berkaitan dengan pergerakan udara didalam ruangan tersebut yaitu meliputi kecepatan udara dan pergantian udara. Semakin besar dimensi ventilasi untuk udara yang masuk, semakin cepat udara yang masuk dan pergantian udara semakin tinggi. Agar sirkulasi udara berjalan dengan baik, diperlukan luas minimal bukaan pada ventilasi udara yang masuk dengan ukuran tertentu. Dengan tujuan agar sirkulasi udara yang masuk cukup untuk menjadikan sebuah ruangan yang memiliki kenyamanan termal. (Kartika and Iswanto 2020)

(Tantasavasdi, Srebric, and Chen 2001) Untuk luas bukaan ventilasi yang baik dan efektif itu sekitar 20% dari luas lantai bangunan. Namun, jika tidak memungkinkan meletakkan ventilasi dengan dimensi yang sama, maka sebagian ventilasi memiliki dimensi yang lebih kecil dan bisa disebut sebagai ventilasi untuk mengeluarkan udara. Dengan perbedaan dimensi ini kecepatan angin pada ventilasi yang berfungsi untuk memasukkan udara akan lebih tinggi kecepatan angina yang masuk kedala ruang tersebut.

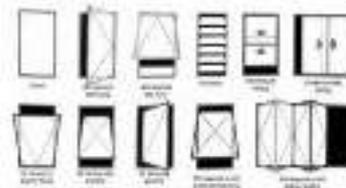
5. Jenis-jenis Ventilasi

Bukaan pada sebuah bangunan berupa jendela, lubang angin, lubang celah, dan kisi-kisi. Beberapa kaitan tipe bukaan dengan pergerakan udara didalam ruangan adalah sebagai berikut:

1. Tipe bukaan untuk udara masuk dan keluar yang berbeda akan menghasilkan arah gerak udara yang berbeda.
2. Tipe bukaan untuk udara masuk dan keluar yang berbeda akan menghasilkan efektivitas yang berbeda terhadap kecepatan udara dan pergantian udara.

Terkait kenyamanan termal pada sebuah ruang kelas bila suatu kecepatan gerak angin adalah suatu potensi, maka tipe bukaan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- 1) Tipe bukaan untuk angin harus dapat mengarahkan gerak udara dalam ruangan semerata mungkin.
- 2) Tipe bukaan untuk angin masuk harus optimal dalam mendukung kecepatan udara dan pergantian udara dalam ruangan.
- 3) Tipe bukaan harus fleksibel untuk dibuka tutup tergantung dengan kebutuhan.



Gambar 5. *Tipe-tipe Bukaan.*

(Sumber :<https://media.neliti.com/media/publications/221224-orientasi-bangunan-dan-penggunaan-materi.pdf>,2022)

6. Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan keadaan lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktifitas manusia. Pencahayaan yang baik memungkinkan orang yang dapat melihat objek-objek dengan jelas. Berikut pencahayaan terbagi menjadi dua bagian:

a. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami memiliki banyak keuntungan, selain hemat energi juga dapat memanfaatkan alam sekitar. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela jendela dan dinding kaca sekurang kurangnya 20% dari luas lantai. Dan juga ada beberapa keuntungan dari pencahayaan alami:

- 1) Bersifat alami dan dapat diperbarui.
- 2) Tidak memerlukan biaya saat menggunakannya.

- 3) Sangat baik untuk segi kesehatan karna memiliki suhu panas yang diperlukan untuk makhluk hidup.
- 4) Dapat menciptakan kesan lingkungan yang beda.

Dari kelebihan pencahayaan alami di atas, ada juga beberapa kekurangan untuk pencahayaan alami:

- 1) Sulit dikendalikan, kendisinya berubah-ubah karena dipengaruhi oleh iklim dan cuaca
- 2) Pada malam hari tidak tersedia
- 3) Sinar ultravioletnya mudah merusak benda-benda didalam ruang.
- 4) Perlengkapan untuk melindungi dari panas dan silau butuh biaya tambahan.

b. Pencahayaan Buatan

Merupakan pencahayaan yang dihasilkan dari sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan juga diperlukan apabila pada sebuah ruang sulit mencapai pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi.

7. Udara

Kehadiran udara dapat ditandai dengan adanya angin yang menggerakkan suatu benda. Sementara itu menurut buku Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung yang diterbitkan oleh Yayasan LPMB-PU dinyatakan bahwa suhu nyaman orang indonesia adalah:

- 1) Sejuk nyaman antara 20,5 - 22,8 °C ET (suhu efektif).
- 2) Suhu nyaman optimal antara 22,8 – 25,8 °C ET.
- 3) Hangat nyaman antara 25,8 – 27,1 °C ET.

8. Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah sebuah kondisi dimana secara psikologis dan pola perilaku manusia merasa nyaman untuk melakukan aktivitas dengan suhu tertentu di sebuah ruangan. (ASHARE 2013), mendefinisikan kenyamanan termal sebagai suatu pemikiran dimana mendapatkan sebuah kepuasan didalam suatu ruangan. Oleh karena itu, meskipun digunakan untuk kenyamanan tubuh manusia, kenyamanan termal merupakan sebuah kepuasan yang dialami oleh manusia yang menerima kenyamanan termal, keadaan ini alami baik secara sadar ataupun tidak sadar. Ada tiga pemaknaan kenyamanan termal menurut peter hoppe, yaitu:

1. Pendekatan thermophysiological

Kenyamanan termal sebagai proses thermophysiological, menganggap bahwa nyaman dan tidaknya lingkungan termal akan tergantung pada menyala ataumatinya signal syarat reseptor termal yang terdapat di kulit dan di otak.

2. Pendekatan heat balance (keseimbangan panas).

Pada pendekatan heat balance (keseimbangan panas), kenyamanan termal dapat dicapai bila aliran panas dari badan manusia seimbang dan temperature kulit serta tingkat keringat pada badan ada dalam jangkauan yang nyaman.

3. Pendekatan psikologis

Sedangkan pendekatan psikologis, kenyamanan termal adalah kondisi pikiran yang mengekspresikan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya.

Prinsip dari kenyamanan termal itu sendiri yaitu terciptanya keseimbangan antara suhu tubuh manusia dengan suhu tubuh disekitarnya. Karena jika suhu tubuh manusia dengan lingkungannya memiliki perbedaan suhu yang signifikan maka, akan terjadi ketidak nyamanan yang diwujudkan melalui panas atau dingin yang di alami oleh tubuh manusia. Keseimbangan suhu manusia rata rata adalah 37°C.

Untuk standar kenyamanan termal sendiri adalah sebagai berikut:

a. Kecepatan udara

Lippsmeier menyatakan bahwa patokan untuk kecepatan angina adalah:

- (1) 0,25 m/s merupakan kenyamanan, tanpa dirasakan adanya gerakan udara.
- (2) 0,25-0,5 m/s adalah nyaman, gerakan udara terasa.
- (3) Di atas 1,5 m/s tidak menyenangkan.

b. Suhu

Menyatakan daerah kenyamanan termal pada bangunan yang dikondisikan untuk orang Indonesia yaitu:

- (1) Sejuk nyaman, antara suhu efektif 20,8°C – 22,8°C.
- (2) Nyaman optimal, antara suhu efektif 22,8°C – 25,8°C
- (3) Hangat nyaman, antara suhu efektif 25,8 °C – 27,1 °C.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembahasan dan data data yang didapat dari buku-buku dan jurnal jurnal hasil penelitian kenyamanan termal dan mengenai pengamatan soal bukaan (ventilasi) yang berada diruang kelas maka disusunlah sebagai berikut:

1. Data

Untuk perancangan Sekolah SMP dan SMA Islam terpadu ini berlokasi di Kecamatan Rupa-t Utara, kabupaten bengkalis. Untuk lokasi tapak ini berada dijalan jenderal sudiran dan jalan tanjung lapin. Untuk posisi tapak dikelilingi oleh perkebunan dan juga permukiman warga.



Gambar 6. Lokasi Tapak

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Berdasarkan asumsi temperature udara yang ada di rupa utara ini berkisaran antara $28^{\circ}\text{C} - 33^{\circ}\text{C}$. untuk luas tapak pada perancangan ini yaitu 45.000 m^2 . Berdasarkan analisis topografi, untuk kondisi tanah pada tapak ini merupakan tanah datar yang tekstur tanah merupakan tanah keras. Untuk kondisi iklim pada tapak ini merupakan iklim tropis dan tapak ini terletak pada pinggir laut rupa utara. Untuk kondisi udara di daerah tapak ini memiliki udara yang sejuk dikarenakan lokasi berada dekat dengan laut.

Pada data dikajian literatur sudah dijelaskan bahwa untuk dimensi bukaan pada sebuah ruang kelas yaitu 20% dari luas lantai atau $1/12$ dari luas lantai pada bangunan. Jika dimensi bukaan tidak cukup pada sebuah ruangan bisa dibuat lebih kecil yang berfungsi sebagai bukaan yang berfungsi sebagai mengeluarkan suhu panas (outlet) yang ada pada ruangan ke luar ruangan. Dan untuk perletakan posisi bukaan (ventilasi) yang berfungsi untuk memasukkan udara (inlet) pada sebuah ruangan sebaiknya ditempatkan sesuai dengan ketinggian beraktifitasnya manusia. Menurut buku data arsitek untuk ketinggian aktifitas manusia $60-90\text{cm}$ (dalam keadaan duduk), dan $100-150\text{cm}$ (dalam keadaan berdiri). Dan untuk bukaan (vetilasi) yang berfungsi sebagai mengeluarkan suhu panas pada ruangan (outlet) diletakkan di atas ketinggian dari aktifitas manusia.

Sama juga halnya untuk bukaan pencahayaan alami. Untuk bukaan pencahayaan alami pada ruang dibutuhkan jendela dan dinding kaca dan untuk dimensi bukaan jendela sekurang-kurangnya yaitu $1/6$ dari luas lantai bangunan.

2. Konsep

Gagasan dan konsep yang di ambil pada perancangan Sekolah SMP dan SMA Islam Terpadu ini adalah untuk posisi massa bangunan dirancangan

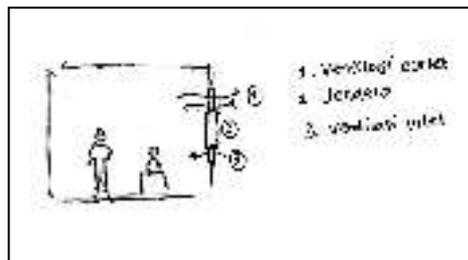
dengan miring agar tidak terpapar langsung oleh sinar mahari dan agar tidak membuat ruang kelas menjadi panas dan silau.

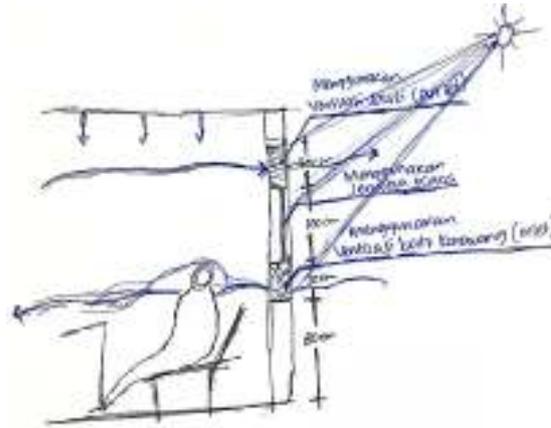


Gambar 7. Site Plan

(Sumber : Analisa Pribadi, 2022)

Dan untuk perletakan jendela pada ruang kelas diletakan di atas kegiatan aktivitas manusia saat duduk (60-90cm). hal ini dikarenakan agar tidak terganggu aktifitas belajar siswa pada saat sedang berada didalam ruang kelas. Akan tetapi, untuk perletakan ventilasi yang berfungsi untuk memasukkan udara ke dalam ruangan (inlet) di letakan sesuai dengan aktivtitas manusia saat duduk (60-90cm). Bertujuan agar udara sejuk pada luar rungan bisa masuk kedalam ruangan agar menciptakan kenyamanan termal dalam sebuah ruang kelas. Dan untuk perletakan ventilasi yang berfungsi untuk mengeluarkan suhu panas dari luar diletakan di atas kegiatan aktivitas manusia saat berdiri (100-150cm). bertujuan agar udaa sejuk yang masuk tidak bertabrakan dengan suhu panas yang ada di dalam ruang kelas yang di hasilkan oleh radiasi tubuh dan alat-alat elektronik lainnya.





Gambar 8. Konsep Sirkulasi Udara Inlet dan Outlet

(Sumber: Analisa Pribadi, 2022)

Adapun beberapa faktor dari lingkungan atau iklim dapat dikendalikan dengan mudah, yakni dengan AC (*Air conditioning*) dan kipas angin. Akan tetapi saat menggunakan alat mekanikal ini sangat membutuhkan biaya operasional yang cukup banyak. Alternatif yang baik dan fleksibel adalah dengan mengkondisikan lingkungan sekitar secara alami agar ruang kelas terasa nyaman dan memenuhi syarat dari kenyamanan termal. Yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Perletakan massa bangunan tidak langsung berhadapan dengan sinar matahari
- 2) Perletakan massa bangunan langsung berhadapan dengan arah angin
- 3) Pemanfaatan dari elemen-elemen landscape
- 4) Pemakaian material bangunan

Dari penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa setiap ruang kelas harus didesain dengan memperhatikan faktor-faktor diatas agar dapat terciptanya kenyamanan termal didalam sebuah ruang kelas. Dan kenyamanan termal pada ruang kelas itu sendiri dapat berpengaruh terhadap kenyamanan dan konsentrasi saat belajar. Kenyamanan termal bisa terpenuhi jika adanya bukaan (*ventilasi*) dan jendela yang memang dirancang sesuai dengan standar dan ketentuan yang ada. Dengan begitu, sirkulasi udara lebih mudah keluar masuk ke dalam sebuah ruang kelas dalam saat kondisi apapun.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengkajian ini, dapat disimpulkan bahwa peran arsitektur dalam menciptakan kenyamanan termal pada sebuah ruang kelas sangat penting dan mendukung. Dalam penempatan sebuah bukaan sebaiknya memperhatikan kondisi iklim dan kondisi alam setempat, sehingga dapat meminimalkan ketidaknyamanan pada sebuah ruangan. Pada saat seorang arsitek ingin merancang sebuah bangunan, langkah

baiknya lebih memikirkan posisi atau perletakan sebuah bukaan agar terciptanya kenyamanan termal pada sebuah ruangan.

Beberapa hal yang perlu di perhatikan agar terciptanya kenyamanan termal adalah orientasi bukaan yang mengarah kepada arah angin menuju pada bangunan, posisi jendela yang ditempatkan setinggi badan manusia yang sedang beraktifitas, dimensi ventilasi maksimal adalah 40% dari luas lantai, tipe ventilasi dengan inlet yang mengarahkan angin ke dalam bangunan.

F. DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. 2013. "ASHRAE Standard 55-2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy." *American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers* ASHRAE Sta: 58.
- Ernst Neufert. 2002. *Data Arsitek 2*. 33rd ed. ed. Sunarto Tjahjadi. JAKARTA: Erlangga.
- Kartika, V.V., and Dhanoe Iswanto. 2020. "Pengaruh Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Di Kampus Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Tembalang." *Imaji* 9: 421–30.
- Santoso, Eddy Imam. 2012. "Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab." *Indonesian Green Technology Journal* 1(1): 13–19.
- Sugini. 2014. "Kenyamanan Termal Ruang (Konsep Dan Penerapan Pada Desain." : 251.
- Tantasavasdi, Chalermwat, Jelena Srebric, and Qingyan Chen. 2001. "Natural Ventilation Design for Houses in Thailand." *Energy and Buildings* 33(8): 815–24.
- ASHRAE. 2013. "ASHRAE Standard 55-2010: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy." *American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning Engineers* ASHRAE Sta: 58.
- Ernst Neufert. 2002. *Data Arsitek 2*. 33rd ed. ed. Sunarto Tjahjadi. JAKARTA: Erlangga.
- Kartika, V.V., and Dhanoe Iswanto. 2020. "Pengaruh Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Di Kampus Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Tembalang." *Imaji* 9: 421–30.
- Santoso, Eddy Imam. 2012. "Kenyamanan Termal Indoor Pada Bangunan Di Daerah Beriklim Tropis Lembab." *Indonesian Green Technology Journal* 1(1): 13–19.
- Sugini. 2014. "Kenyamanan Termal Ruang (Konsep Dan Penerapan Pada Desain." : 251.
- Tantasavasdi, Chalermwat, Jelena Srebric, and Qingyan Chen. 2001. "Natural Ventilation Design for Houses in Thailand." *Energy and Buildings* 33(8): 815–24.