

EVALUASI PENCAHAYAAN DAN PENGHAWAAN PADA DESAIN VOID VERTIKAL BANGUNAN KOMERSIL KAFE YOGYAKARTA

Studi Kasus: Bangunan Komersil Kafe di Godean Yogyakarta

Ista Setia Pangestu¹, Faiz Hamdi Suprahman², Pratiwi Dyah Puspitasari³

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 20512072@students.uii.ac.id

ABSTRAK: Pentingnya pengujian pencahayaan dan penghawaan alami pada bangunan kafe komersial di Godean Yogyakarta. Penelitian dapat memberikan jawaban atas pertanyaan terkait pencahayaan alami, penghawaan alami dan rekomendasi rancangan void vertikal pada Bangunan Komersil kafe di Godean, Yogyakarta. Studi ini berfokus pada void vertikal dan area di sekitarnya yang paling terkena dampak, dengan fokus utama pada waktu sibuk yang sering dikunjungi oleh pelanggan. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif menggunakan variabel penelitian dan mensimulasikan data untuk menarik kesimpulan. Pencahayaan alami pada kafe masih belum memenuhi standar SNI yakni 200 lux terutama pada void vertikal yang tidak terlindungi secara keseluruhan. Penghawaan alami pada Kafe memberikan aliran udara dengan kecepatan antara 0,4 m/s hingga 0,8 m/s, artinya kecepatan udara melebihi standar SNI minimal 0,25 m/s. Setelah itu kami akan menarik kesimpulan tersebut sebagai dasar rekomendasi. Maka rekomendasi solusi desain void vertikal pada bangunan kafe komersial di Godean Yogyakarta adalah disarankan untuk menyediakan atap yang tidak tertutup seluruhnya, seperti atap/kanopi yang mirip dengan atap void atau pergola.

Kata kunci: CFD (computational Fluid Dynamics), Pencahayaan Alami, Penghawaan Alami, VELUX, Void Vertikal.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah kenyamanan dalam ruang interior sering terjadi di rumah-rumah sederhana karena lahan yang terbatas namun kebutuhan ruang terus meningkat. Oleh karena itu, solusi harus ditemukan dengan mengembangkan rumah secara vertikal atau bertingkat untuk memenuhi kebutuhan ruang yang terus bertambah, karena pengembangan secara horizontal tidak mungkin dilakukan (Luqmanul Hakim, Andi Gunawan, Bambang Sulistyantara, 2015). Sebuah Bangunan Komersial Kafe di Godean Yogyakarta di desain dengan empat tingkat yang disusun secara vertikal untuk memenuhi kebutuhan ruang tanpa mengambil banyak area horizontal. Void vertikal diaplikasikan pada bangunan komersial tersebut untuk memberikan desain yang menarik. Void Vertikal yang dirancang di sebuah Bangunan Komersial Kafe di Godean Yogyakarta terletak di pusat interior bangunan tersebut. Kebahagiaan manusia adalah tanggung jawab arsitek dan desainer interior, yang harus mempertimbangkan banyak aspek konteks sekitar dan pengaturan lingkungan pengguna (Abdelaziz et al., 2023). Perancangan ruang kosong berbentuk corong untuk menciptakan konsumsi energi rendah dan memanfaatkan kondisi alam secara maksimal (Kitamura et al., 2017). Ada banyak cara untuk mengembangkan kinerja kelompok pembangun yang mempertimbangkan lingkungan (Paramita, B., & Koerniawan, M. D., 2013). Pemanfaatan kondisi alam secara maksimal yaitu dengan memanfaatkan sinar matahari dan aliran udara di sekitar bangunan. Pemeriksaan dilaksanakan untuk mengetahui akibat pencahayaan dan ventilasi terhadap desain void vertikal Bangunan Komersial Kafe di Godean Yogyakarta. Cahaya dan arah angin perlu disesuaikan dengan situasi cuaca dilokasi agar hasilnya tampak hampir sama dengan kondisi aslinya yang memengaruhinya. Menguji rencana pencahayaan dan ventilasi alami pada ruang void vertikal di kafe komersial di Godean Yogyakarta menjadi hal yang penting. Hasil penilaian tersebut kemudian akan memberikan rekomendasi untuk perencanaan lebih lanjut.



Gambar 1. Potongan dari 4 sisi (Depan, belakang, kanan, kiri) Bangunan Komersil Kafe di Godean Yogyakarta
Sumber: Rendering, 2023

Permasalahan Penelitian

Beberapa permasalahan penelitian yang akan diteliti terkait dengan bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pencahayaan alami pada desain void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta?
2. Bagaimana penghawaan alami pada desain void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta?
3. Bagaimana ketepatan desain pada void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta?

Tujuan Penelitian

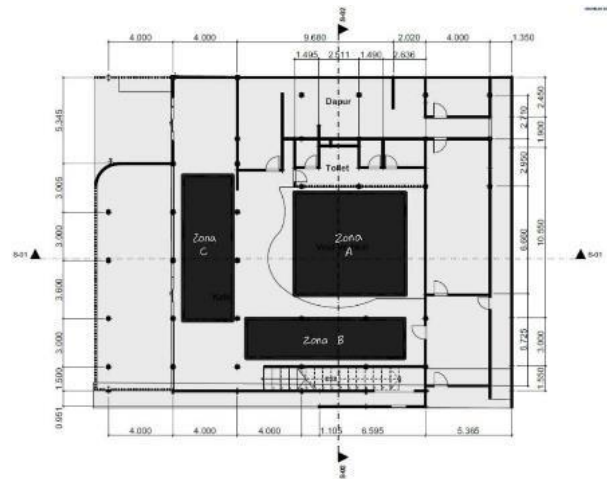
Beberapa tujuan penelitian yang akan memberikan jawaban terhadap permasalahan penelitian bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pencahayaan alami pada desain void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta.
2. Mengetahui penghawaan alami pada desain void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta.
3. Mengetahui ketepatan desain pada void vertikal bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta.

Batasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa kriteria yang digunakan sebagai acuan untuk menilai kinerja bangunan komersial kafe di wilayah Godean Yogyakarta. Ini meliputi hal-hal berikut.

1. Penelitian ini memusatkan pada void vertikal dengan area disekitarnya di lantai satu yang paling terpengaruhinya, seperti Area A, Area B, dan Area C.



Gambar 2. Zona Simulasi bangunan komersil kafe di Godean Yogyakarta
Sumber: Penulis, 2023

- Riset ini berfokus pada mencari tahu waktu-waktu sibuk yang sering dikunjungi oleh pelanggan, berdasarkan hasil survei dan wawancara yang dilakukan di kafe sejenis yang berlokasi di sekitar UGM. Pada jam 9 pagi, jam 2 siang, dan jam 7 malam waktu Indonesia barat.



Gambar 3. Tanggal 6 Juli 2023 pukul
09.00 WIB
Sumber: Penulis, 2023



Gambar 4. Tanggal 7 Juli 2023 pukul
14.00 WIB
Sumber: Penulis, 2023

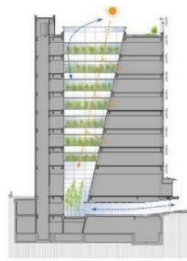


Gambar 5. Tanggal 4 Juli 2023 pukul 19.00 WIB
Sumber: Penulis, 2023

STUDI PUSTAKA

Pencahayaan Alami

Void adalah area kosong di tengah bangunan yang memiliki dua lapisan lantai horizontal dan memungkinkan pencahayaan alami masuk (Theracia Chany Hartono dan Luciana Kristanto, 2019). Berdasarkan beberapa studi, void vertikal adalah susunan lubang yang mempengaruhi pola aliran udara di dalam lubang dan pengoperasian sistem ventilasi gedung (Kumar et al., 2022). Oleh sebab itu, ruang vertikal memiliki dampak terhadap dua hal penting dalam bangunan yaitu pencahayaan dan sirkulasi udara alami.



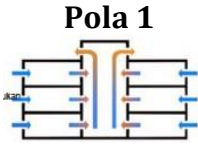
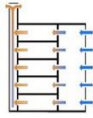
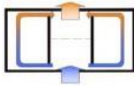
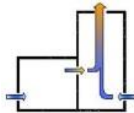
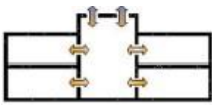
Gambar 6. Pencahayaan Alami

Sumber: Penulis, 2023

Penghawaan Alami

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Shaeri et al., 2023) mengungkapkan bahwa atrium dapat digunakan untuk menciptakan aliran udara di dalam ruang bangunan dengan menggunakan sistem hisap udara. Selama periode 2004-2018, data cuaca negara telah dianalisis untuk mempelajari iklim, dan kemudian digunakan dalam pengembangan Solusi Lingkungan Terpadu Lingkungan Virtual (IESVE) untuk mensimulasikan ventilasi alami pada siang hari. Data ini juga dimasukkan ke dalam Desain Builder (BD) untuk memperkirakan kenyamanan termal dan konsumsi energi (Zoure & Genovese, 2023). Menurut (Shaeri et al., 2022) desain cerobong surya bergantung pada sinar matahari, sedangkan cerobong angin tidak bergantung pada sinar matahari. Hal ini membuka peluang untuk menciptakan desain baru yang kreatif dengan fungsi ventilasi yang sama. Ringkasan perbedaan pola ventilasi dari penelitian sebelumnya ditampilkan dalam tabel (Moosavi et al., 2014)

Tabel 1. Pola Ventilasi

 <p>Pola 1</p>	 <p>Pola 2</p>
 <p>Pola 3</p>	 <p>Pola 4</p>
 <p>Pola 5</p>	

Sumber: (Moosavi et al., 2014)

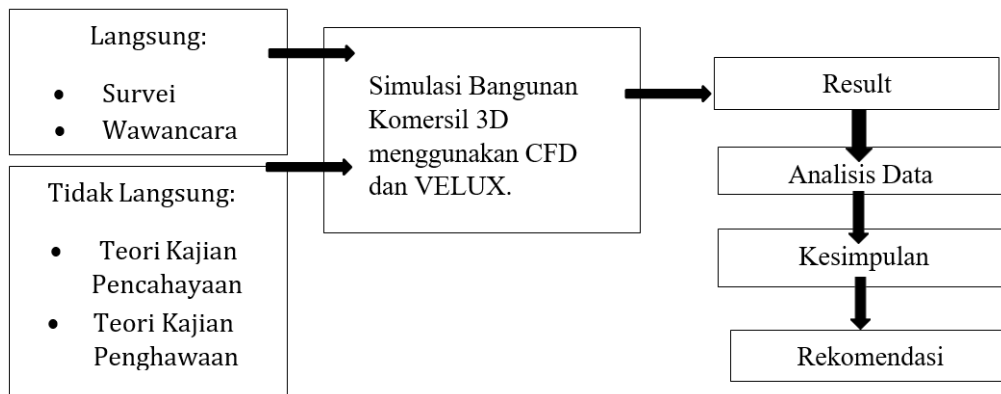
Bangunan Komersil

Pembangunan komersial (yang mencakup kawasan perbelanjaan, perkantoran, dan hotel) telah mengalami perubahan akibat pandemi, dan manajemen energi sekarang menjadi fokus utama dalam upaya mewujudkan efisiensi bangunan (Cai & Gou, 2022). Menurut (Dehwah & Krarti, 2023) sistem atap yang diterapkan dalam bangunan komersil seperti perkantoran memiliki potensi untuk menghemat energi yang rendah. Di sisi lain, sistem insulasi yang dapat diubah-ubah dan terintegrasi dengan atap dan jendela mampu

memberikan kontribusi yang besar dalam menghemat biaya pendinginan dan pemanasan. Dengan demikian, perancangan desain gedung bisnis dapat dilakukan. Terinspirasi dalam manajemen dan teknologi konstruksi.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang menggunakan metode kuantitatif untuk menyelesaikan masalah penelitian dengan menggunakan data numerik dan software statistik. Uji suatu teori dengan merumuskan hipotesis dan mengumpulkan data untuk membuktikan atau menyangkal hipotesis tersebut. Uji teori menggunakan variabel penelitian sementara data dikumpulkan untuk menunjukkan informasi yang berasal dari simulasi VELUX untuk pencahayaan dan simulasi CFD (Computational Fluid Dynamics) untuk penghawaan . Hasil dan analisisnya menggunakan teori variabel penelitian dan data simulasi untuk menemukan jawabannya. Setelah menemukan hasilnya, maka akan menarik kesimpulan dan membuat rekomendasi.



Gambar 8. Skema Penelitian

Sumber: Penulis, 2023

Variabel Penelitian

Tabel berikut menggambarkan kerangka variabel, parameter, dan indikator yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Variabel. Parameter dan Indikator

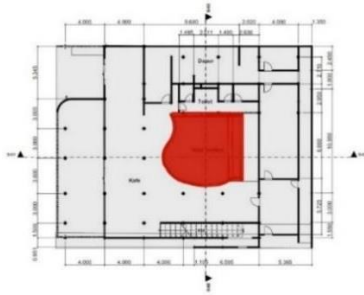
Variabel	Parameter	Indikator
Pecahaya-an Alami	Cahaya Masuk	SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan bahwa kafetaria 200 lux
Penghawa-an Alam	Kecepatan Angin	SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perencanaan sistem ventilasi dan pengkodisian udara pada bangunan Gedung bahwa mempertahankan kondisi nyaman jatuh diatas kepala tidak boleh lebih dari 0.25 m/s dan sebaiknya lebih kecil 0.15 m/s

Sumber: Penulis, 2023

DATA DAN SIMULASI

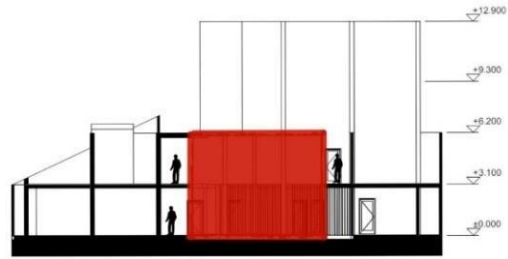
Data Bangunan 3D

Studi ini dilakukan menggunakan sebuah bangunan kafe komersial di kawasan Goden, Yogyakarta. Sebuah bangunan yang terdiri dari empat tingkat dan berbagai ruangan di dalamnya. Beberapa area terdiri dari restoran, ruang kosong vertikal, kamar mandi, ruang makan, ruang kerja, tempat ibadah, dan ruang pertemuan. Namun, dalam penelitian ini hanya kami menganalisis satu ruang saja, yaitu void vertikal yang terletak di lantai satu dan dua dari total empat lantai bangunan.



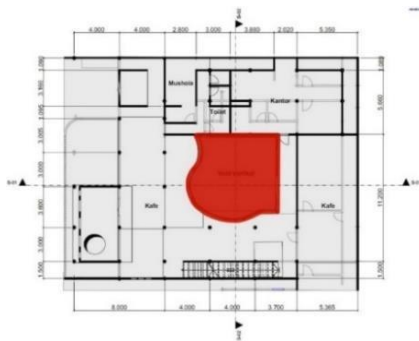
Gambar 9. Gambar Teknik Denah Lantai 1

Sumber: Suprahman Arsitektur & Riset



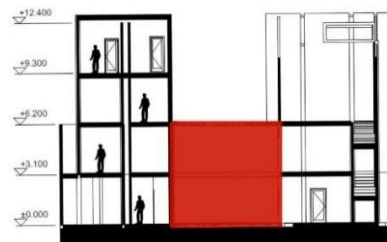
Gambar 11. Gambar Teknik Potongan S-01

Sumber: Suprahman Arsitektur & Riset



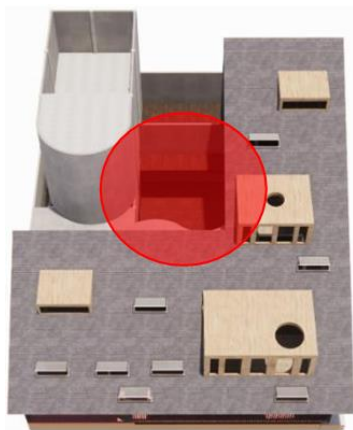
Gambar 10. Gambar Teknis Denah lantai 2

Sumber: Suprahman Arsitektur & Riset



Gambar 12. Gambar Teknik Potongan S-02

Sumber: Suprahman Arsitektur & Riset

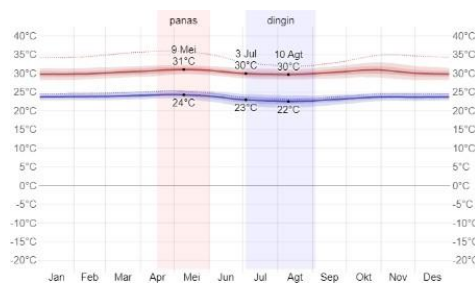


Gambar 13. Perspektif Mata Burung

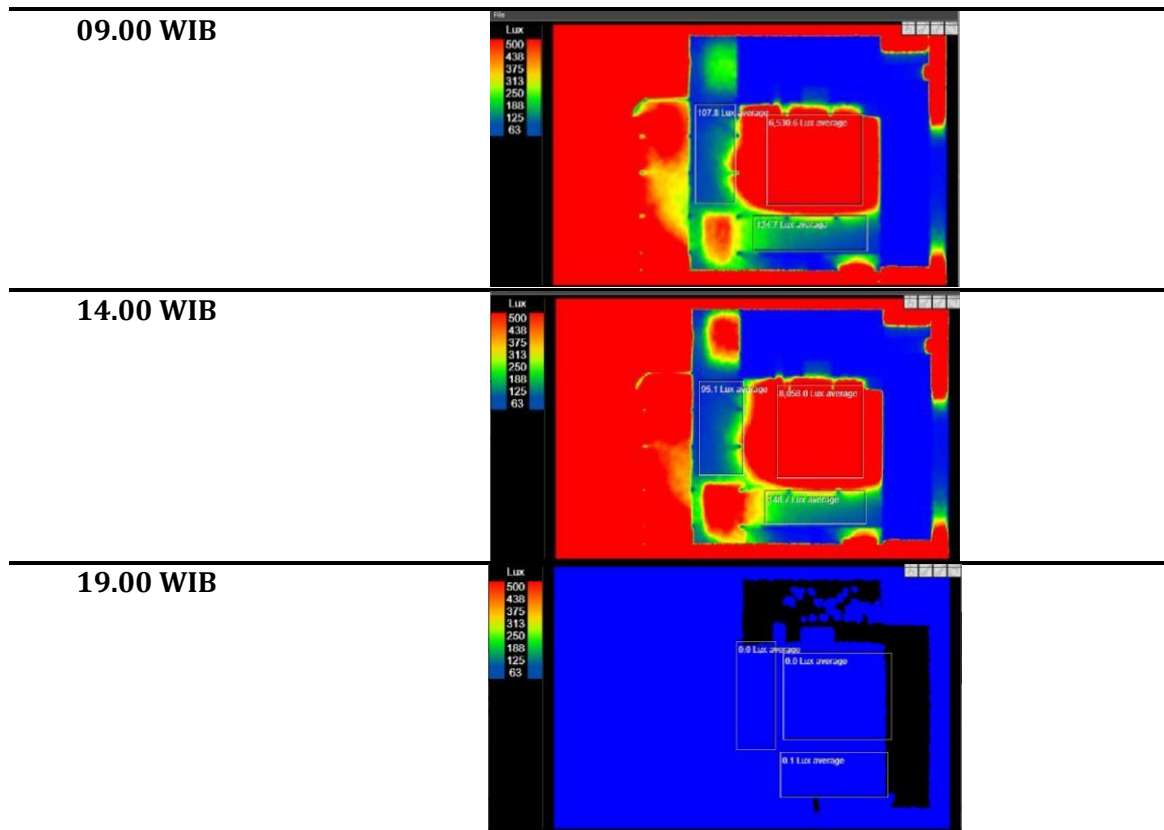
Sumber: Suprahman Arsitektur & Riset

Simulasi Pencahayaan Alami

Uji model 3D menggunakan software VELUX untuk mengetahui cahaya yang masuk ke dalam gedung. Beberapa data yang diperlukan untuk simulasi, seperti lokasi (custom), longitude (110342), dan latitude (-7781). Kemudian, menurut Weather Spark, suhu iklim Godean, Yogyakarta, Indonesia ditunjukkan pada Gambar 14. Mei adalah bulan terpanas sepanjang tahun di Godean dengan rata-rata suhu terendah 31 derajat dan suhu tertinggi 24 derajat atau lebih tepatnya pada tanggal 9 Mei (Weather Spark, n.d.). Berdasarkan Gambar 15 merupakan gambar yang menjelaskan pencahayaan pada bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta. Hal ini kemudian akan dijelaskan lebih jelas pada Tabel 3.



Gambar 14. Rata-rata Suhu Tertinggi dan Terdingin in Godean
 Sumber: (Weather Spark, n.d.)



Gambar 15. Tiga Simulasi VELUX Pencahayaan dengan waktu yang berbeda-beda
 Sumber: Pribadi, 2023

Tabel 3. Hasil Pencahayaan tiap-tiap zona berdasarkan tiga waktu yang berbeda

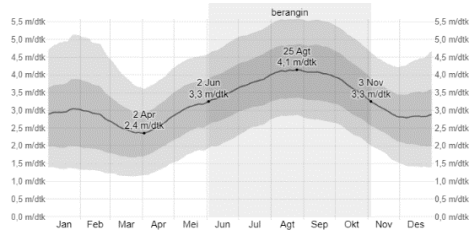
Mei 2023	Zona A	Zona B	Zona C
09.00 WIB	6,530.6 Lux	124.7 Lux	107.8 Lux
14.00 WIB	8,058.0 Lux	148.7 Lux	95.1 Lux
19.00 WIB	0.0 Lux	0.1 Lux	0.0 Lux

Sumber: Pribadi, 2023

Simulasi Penghawaan Alami

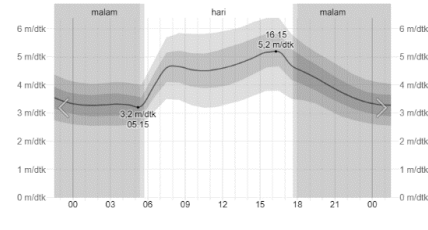
Uji model 3D menggunakan software CFD untuk mengetahui angin yang masuk ke dalam gedung. Berdasarkan Weather Spark dijelaskan bahwa rata-rata kecepatan angin per jam di Godean meningkat pada musim dingin dari rata-rata 3,2 meter/detik menjadi 4,1 meter/detik selama sebulan. Bulan Agustus mempunyai angin terkuat dengan kecepatan

rata-rata 4,1 meter/detik dan lebih tepatnya pada tanggal 25 Agustus (Weather Spark, n.d.). Ringkasnya, pada tanggal 25 Agustus di Godean, arah angin rata-rata per jam adalah dari selatan (57%), timur (43%), utara (0%), dan barat (0%) (Weather Spark, n.d.). Berdasarkan Gambar 19 merupakan gambar yang menjelaskan kecepatan dan arah angin pada bangunan komersial kafe di Godean Yogyakarta. Hal ini kemudian akan dijelaskan lebih jelas pada Tabel 5.



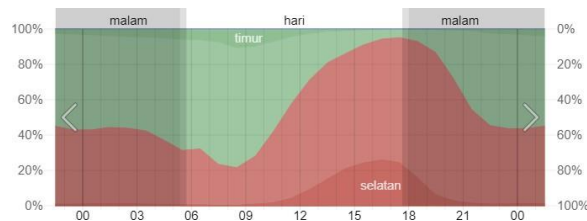
Gambar 16. Kecepatan Angin Rata-rata di Godean

Sumber: (Weather Spark, n.d.)



Gambar 17. Kecepatan Angin Pada Tanggal 25 Agustus di Godean

Sumber: (Weather Spark, n.d.)



Gambar 18. Arah Angin Pada Tanggal 25 Agustus di Godean

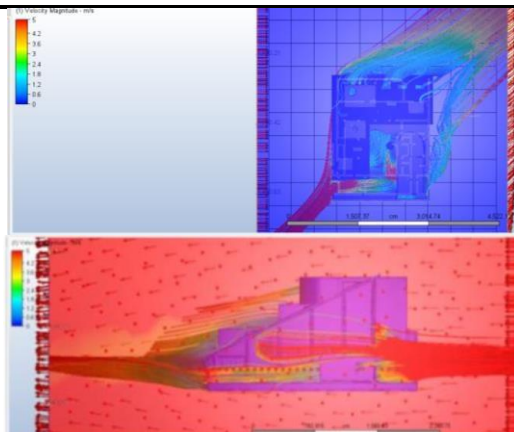
Sumber: (Weather Spark, n.d.)

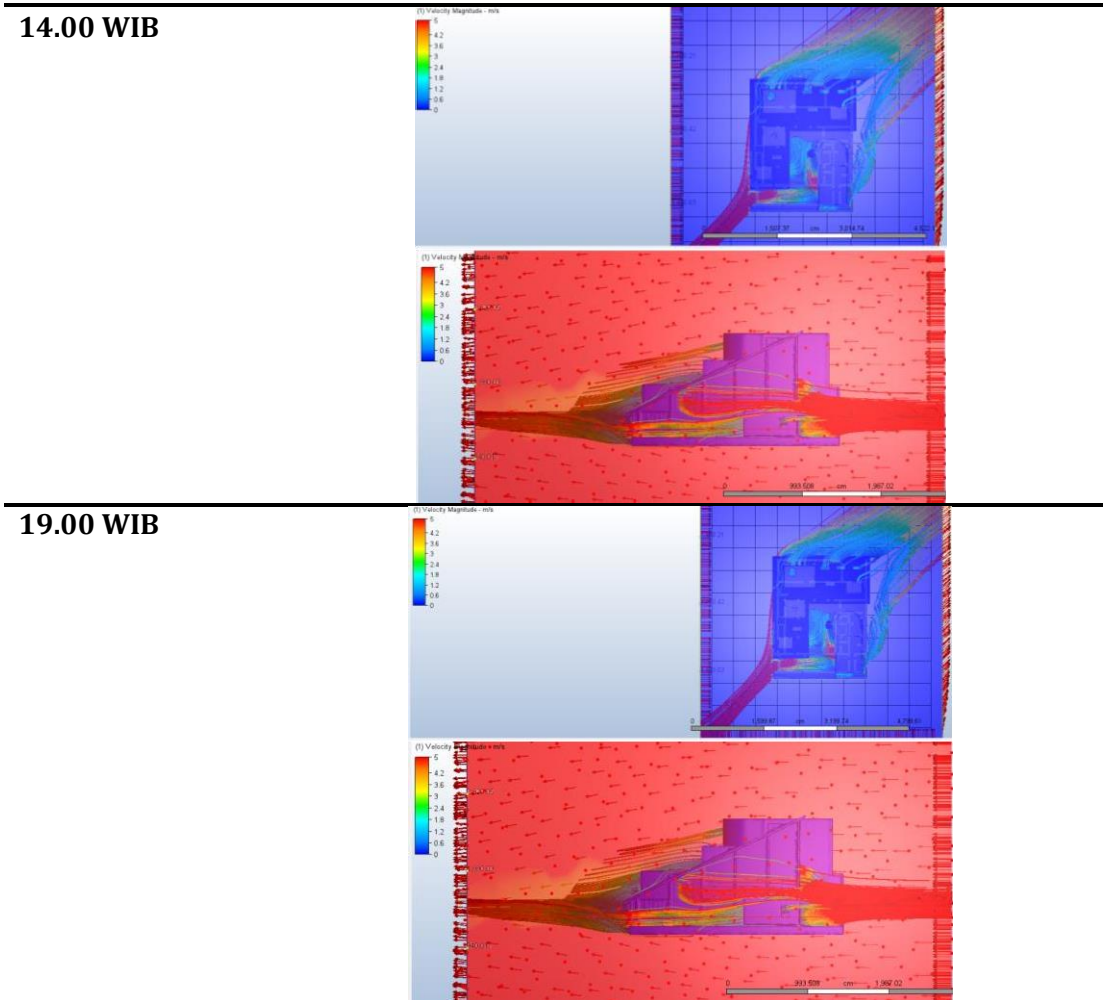
Tabel 4. Parameter data kecepatan angin rata-rata per jam sesuai Weather Spark

Bulan Mei	09.00 WIB	14.00 WIB	19.00 WIB
	Selatan-Timur	Selatan-Timur	Selatan-Timur
Rata-rata	4.6 m/s	4.9 m/s	4.3 m/s

Sumber: Pribadi, 2023

09.00 WIB





Gambar 19. Tiga Simulasi CFD Penghawaan dengan waktu yang berbeda-beda
 Sumber: Pribadi, 2023

Tabel 5. Hasil Penghawaan Tiap-tiap Zona Berdasarkan Tiga Waktu Yang Berbeda

Agustus 2023	Zona A	Zona B	Zona C
09.00 WIB	0.6 m/s	0.5 m/s	0.7 m/s
14.00 WIB	0.6 m/s	0.6 m/s	0.8 m/s
19.00 WIB	0.5 m/s	0.4 m/s	0.6 m/s

Sumber: Pribadi, 2023

ANALISIS EVALUASI DATA

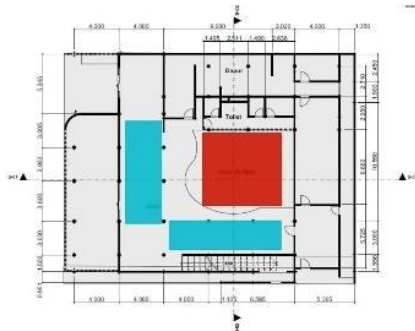
Pencahayaan Alami

Performa siang hari merupakan salah satu persyaratan utama untuk memberikan kenyamanan visual bagi pengguna (Shirzadnia et al., 2023). Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 20 terlihat data zona A pada pukul 09:00 WIB dan 14:00 WIB berwarna merah, terlalu terang dibandingkan standar pencahayaan kantin berdasarkan SNI sebesar 200 lux, pada saat berada di zona B warnanya biru, artinya mendekati standar SNI kantin 200 lux. Namun pada Tabel 6 dan Gambar 21 pada pukul 19.00 WIB berwarna hijau artinya tidak ada cahaya alami sehingga jauh lebih rendah dari standar SNI sebesar 200 lux yaitu sangat gelap.

Tabel 6. Analisis Data Simulasi dengan standart SNI pada pencahayaan alami

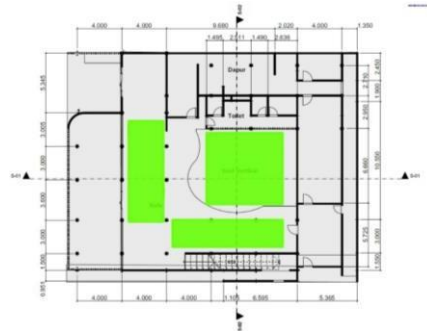
Standar SNI	Mei 2023	Zona A	Zona B	Zona C
SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan bahwa kafetaria 200 lux	09.00 WIB	6,530.6 Lux	124.7 Lux	107.8 Lux
	14.00 WIB	8,058.0 Lux	148.7 Lux	95.1 Lux
	19.00 WIB	0.0 Lux	0.1 Lux	0.0 Lux

Sumber: Penulis, 2023



Gambar 20. Analisis Zona berdasarkan tabel analisis pada pukul 09.00 dan 14.00 WIB

Sumber: Penulis, 2023



Gambar 21. Analisis Zona berdasarkan tabel analisis pada pukul 19.00 WIB

Sumber: Penulis, 2023

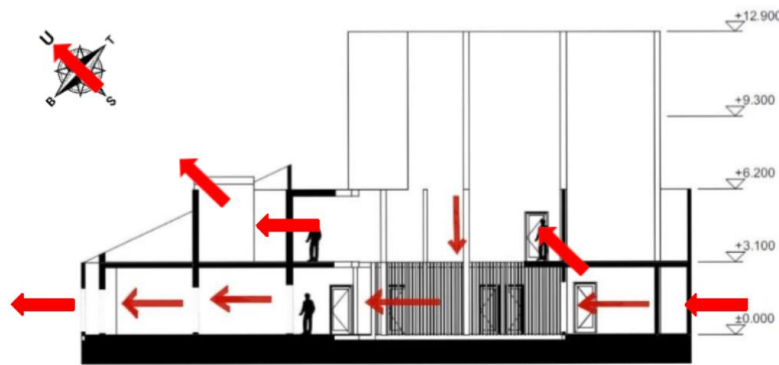
Penghawaan Alami

Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 22 terlihat data wilayah A, B dan C pada pukul 09:00 WIB, 14:00 WIB, dan 19:00 WIB berwarna merah artinya kecepatan angin terlalu kencang dibandingkan dengan ventilasi standarnya berdasarkan SNI (tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/s dan sebaiknya kurang dari 0,15 m/s). Oleh karena itu, bangunan kafe komersial di Godean Yogyakarta terbukti tidak memenuhi standar penghawaan alami. Selain itu pada Gambar 22 juga dijelaskan arah angin yang datang dari Selatan dan Timur serta arah angin yang keluar dari Barat dan Laut sesuai data pada Gambar 22 dan data simulasi pada Gambar 19 pada penelitian.

Tabel 7. Analisis Data Simulasi dengan standart SNI pada penghawaan alami

Standar SNI	Agustus 2023	Zona A	Zona B	Zona C
SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perencanaan sistem ventilasi dan pengkodisian udara pada bangunan Gedung bahwa mempertahankan kondisi nyaman jatuh diatas kepala tidak boleh lebih dari 0.25 m/s dan sebaiknya lebih kecil 0.15 m/s	09.00 WIB	0.6 m/s	0.5 m/s	0.7 m/s
	14.00 WIB	0.6 m/s	0.6 m/s	0.8 m/s
	19.00 WIB	0.5 m/s	0.4 m/s	0.6 m/s

Sumber: Penulis, 2023



Gambar 22. Analisis Zona berdasarkan tabel analisis
Sumber: Penulis, 2023

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, kami mampu menjawab pertanyaan terkait pencahayaan alami pada kafe komersial di Godean, Yogyakarta. Pencahayaan alami masih belum memenuhi standar SNI untuk kafe, yakni 200 lux dengan pencahayaan alami berlebih pada area terbuka vertikal tak tertutup. Jadi, mengingat ketidaktepatan cahaya alami pada rongga vertikal, jawaban atas masalah keakuratan desain untuk rongga vertikal tanpa atap adalah dengan menyediakan atap yang tidak tertutup seluruhnya. Atap/kanopi setidaknya dapat mengurangi kecerahan cahaya yang datang dan memberikan tambahan pantulan cahaya alami pada area sekitar void vertikal tanpa atap. Pada pukul 19.00 WIB, apabila tidak tersedia cahaya alami, maka akan diberikan pencahayaan buatan dengan pengaturan pencahayaan sesuai standar SNI kafe sebesar 200 lux.

Selain itu, berdasarkan hasil analisis, kami dapat menjawab pertanyaan terkait penghawaan alami pada bangunan kafe komersial di Godean, Yogyakarta. Ventilasi alami pada bangunan tersebut memberikan kecepatan angin mulai 0,4 m/s hingga 0,8 m/s yang berarti kecepatan angin melebihi standar SNI lebih dari 0,25 m/s. Oleh karena itu, kurang tepatnya penghawaan alami tersebut. Maka untuk mengatasi permasalahan desain void vertikal tanpa atap, maka perlu dilakukan pengurangan void vertikal tanpa atap dengan memberikan atap/kanopi yang tidak tertutup rapat, sehingga setidaknya dapat mengurangi kecepatan angin di dalam ruangan Komersil Kafe di Godean, Yogyakarta.

Saran

Bedasarkan temuan dan usulan solusi desain pencahayaan dan ventilasi alami yang tepat untuk memenuhi standar pencahayaan dan penghawaan Bangunan Kafe Komersial di Godean Yogyakarta adalah disarankan untuk menyediakan atap/kanopi yang tidak tertutup seluruhnya. Atap/kanopi tersebut mirip dengan atap void atau pergola. Atap void dapat memberikan solusi untuk mengurangi konsumsi listrik di siang hari, melancarkan sirkulasi udara, dan dapat ditutup saat hujan (SunLouvre Adjustable Sunshades, n.d.).



Gambar 23. Void atap solusi dari ketepatan desain void vertikal
Sumber: (SunLouvre Adjustable Sun Shading, n.d.)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelaziz Mahmoud, N. S., El Samanoudy, G., & Jung, C. (2023). Simulating the natural configuration based on daylight performance; toward a novel optimization process. *Energy and Buildings*, 286, 112970.
- Cai, S., & Gou, Z. (2022). Impact of COVID-19 on the energy consumption of commercial buildings: A case study in Singapore. *Energy and Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2022.11.004>
- Dehwah, A. H. A., & Krarti, M. (2023). Energy performance of integrated adaptive envelope technologies for commercial buildings. *Journal of Building Engineering*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105535>
- <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112970>
- <https://id.weatherspark.com/y/121526/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Godean-Indonesia-Sepanjang-Tahun>
- Kitamura, H., Hara, T., & Shinjima, T. (2017). Environmental Planning and Evaluation of Office with Funnel Shaped Void. *Procedia Engineering*, 180, 452–461. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.04.204>
- Kumar, N., Bardhan, R., Kubota, T., Tominaga, Y., & Shirzadi, M. (2022). Parametric study on vertical void configurations for improving ventilation performance in the mid-rise apartment building. *Building and Environment*, 215, 108969. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2022.108969>
- lighting for a physical and mental Well-being in residential building in Dubai, UAE. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(1). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101810>
- Luqmanul Hakim, Andi Gunawan, Bambang Sulistyantara. (2015). Efektifitas Void Pada Pengudaraan Silang Untuk Kenyamanan. *Jurnal Arsitektur NALARs*, 131-144.
- Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ab Ghafar, N., & Azzam Ismail, M. (2014). Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 654–670. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2014.02.035>
- Paramita, B., & Koerniawan, M. D. (2013). Solar Envelope Assessment in Tropical Region Building Case Study: Vertical Settlement in Bandung, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 757–766. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.093>
- Shaeri, J., Mahdavinejad, M., & Pourghasemian, M. H. (2022). A new design to create natural ventilation in buildings: Wind chimney. *Journal of Building Engineering*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105041>
- Shaeri, J., Mahdavinejad, M., Vakilinejad, R., Bazazzadeh, H., & Monfared, M. (2023). Effects of sea-breeze natural ventilation on thermal comfort in low-rise buildings with diverse atrium roof shapes in BWh regions. *Case Studies in Thermal Engineering*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.102638>
- Shirzadnia, Z., Goharian, A., & Mahdavinejad, M. (2023). Designerly approach to skylight
- SNI 03-6197-2000 Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan. (2000).
- SNI 03-6572-2001 Tata Cara perencanaan sistem ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada bangunan Gedung. (2001).

SunLouvre Adjustable Sun Shading. (n.d.). Retrieved from Atap Void:
<https://www.sunlouvresurabaya.com/void>

Therecia Chany Hartono dan Luciana Kristanto. (2019). Studi Efektivitas Pencahayaan Atrium. *JURNAL eDIMENSI ARSITEKTUR*, 601-608.

Weather Spark. (n.d.). Retrieved from id.weatherspark.com:

Zoure, A. N., & Genovese, P. V. (2023). Implementing natural ventilation and daylighting strategies for thermal comfort and energy efficiency in office buildings in Burkina Faso. *Energy Reports*, 9, 3319–3342. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.02.017>