

ANALISIS KENYAMANAN SUHU & KONSENTRASI CO₂ DI RUANG STUDIO PERANCANGAN ANGKATAN 24Alvinnur Humaira⁽¹⁾, Basaria Talarosha⁽²⁾^{1,2} Universitas Sumatera Utara, email: basaria@usu.ac.id**Abstract**

Ruang belajar memerlukan kondisi lingkungan yang nyaman dan sehat untuk mendukung proses pembelajaran yang efektif. Namun, masih banyak ruang belajar yang memiliki kenyamanan termal dan kualitas udara yang tidak optimal sehingga pembelajaran tidak berjalan dengan baik. Permasalahan tersebut tidak hanya disebabkan oleh kondisi lingkungan ruang, tetapi juga berkaitan dengan penggunaan sistem ventilasi, baik ventilasi alami dan ventilasi buatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi suhu dan konsentrasi CO₂ pada ruang studio angkatan 24 serta mengevaluasinya berdasarkan standar yang berlaku. Penelitian ini dilakukan di Departemen Arsitektur, Universitas Sumatera Utara. Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif melalui pengukuran langsung terhadap parameter fisik ruang seperti dimensi ruang kelas, *layout* massa bangunan, Jenis, letak dan dimensi bukaan, konsentrasi CO₂ dan suhu udara di dalam ruang studio. Hasil penelitian membuktikan bahwa konsentrasi CO₂ di dalam ruang studio tidak melampaui ambang batas yang dipersyaratkan, namun suhu di dalam ruang studio telah melebihi dari suhu optimal yang ditentukan oleh SNI yaitu 22,8°C – 25,8°C, kejadian ini diakibatkan oleh penggunaan bukaan ruang studio seperti pintu dan jendela yang dibiarkan terbuka saat penghawaan buatan di dalam ruang tetap menyala.

Article History*Submitted: 12 April 2026J**Accepted: 15 April 2026**Published: 16 April 2026***Key Words**kenyamanan termal, kualitas udara, suhu, konsentrasi CO₂, ruang belajar**1. Pendahuluan**

Ruang belajar adalah sarana penting dalam proses pendidikan, sehingga membutuhkan kondisi, lingkungan yang nyaman dan sehat. Kenyamanan termal dan kualitas udara dalam ruang menjadi faktor utama yang mempengaruhi konsentrasi, kesehatan, serta performa belajar pengguna ruang. Namun, pada kenyataannya masih banyak ruang belajar yang belum memenuhi standar kenyamanan tersebut, sehingga proses pembelajaran tidak dapat berlangsung secara optimal. Permasalahan kenyamanan ruang belajar tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi fisik lingkungan, tetapi juga oleh sistem ventilasi yang diterapkan, baik ventilasi alami maupun ventilasi buatan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis kondisi suhu dan konsentrasi CO₂ pada ruang studio angkatan 24 di Departemen Arsitektur, Universitas Sumatera Utara. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah apakah kondisi kenyamanan termal dan kualitas udara pada ruang studio telah memenuhi standar yang ditetapkan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi suhu dan konsentrasi CO₂ serta mengevaluasinya berdasarkan standar yang berlaku, sehingga dapat menjadi dasar dalam meningkatkan kualitas lingkungan ruang belajar.

2. Tinjauan Pustaka**2.1 Kenyamanan Termal**

Kenyamanan termal adalah kondisi batin yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termal dan dinilai melalui evaluasi subjektif (Stan- et al., 2010). Kenyamanan termal juga merupakan suatu kondisi lingkungan dalam ruang yang dikendalikan oleh suhu udara, kelembaban, kecepatan aliran udara, serta radiasi panas, sehingga penghuni merasa nyaman di dalamnya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suhu udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh kondisi bukaan ruangan. Penelitian Razak (2015) di SMP Negeri, Jakarta

Selatan menunjukkan pada kondisi suhu udara lingkungan 22°C - 35°C (bulan September sampai November), jarak antara bukaan dan luas bukaan terlalu jauh (sistem ventilasi silang) sehingga berpengaruh terhadap kondisi kenyamanan di dalam ruang kelas yang semakin meningkat. Menurut Menurut Parsons (2019), kondisi kenyamanan termal dapat dipengaruhi oleh faktor iklim dan individu. Faktor iklim tersebut adalah:

a. Suhu udara

Suhu udara adalah suhu udara kering yang berada di sekitar tubuh manusia. Suhu dapat menentukan seberapa banyak panas yang dipertukarkan antara tubuh dengan lingkungan melalui konveksi. Pengukuran kondisi termal biasanya dilakukan dengan menggunakan Temperature Efektif (TE), pada daerah khatulistiwa memiliki batas kenyamanan pada $22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$.

Kriteria	Temperature Efektif (TE)
Sejuk Nyaman	$20,50^{\circ}\text{C}$ - $22,8^{\circ}\text{C}$
Ambang Atas	24°C
Nyaman Optimal	$22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$
Ambang Atas	28°C
Hangat Nyaman	$25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$
Ambang Atas	31°C

Gambar 1. Gambar tabel Kriteria Temperatur Efektif

b. Suhu radiasi rata-rata

Suhu radiasi rata-rata merupakan suhu rata-rata dari semua permukaan di tubuh manusia yang dapat menyerap radiasi panas ke tubuh tersebut. Radiasi panas ini menggambarkan pengaruh panas radiasi lingkungan terhadap keseimbangan panas tubuh manusia.

c. Kelembaban udara relative

Kelembaban udara adalah jumlah uap air yang terkandung di udara. Kelembaban yang paling tinggi dan dapat membuat tubuh sulit merasakan panas sehingga terasa gerah serta tidak nyaman yaitu kelembaban yang lebih dari 70%. Sementara, kelembaban rendah yang dapat menyebabkan udara terasa kering yaitu kurang dari 40%. Idealnya kelembaban udara yang nyaman yaitu berada pada 40-70%.

d. Kecepatan angin atau pergerakan udara

Kecepatan angin atau pergerakan udara merupakan laju pergerakan udara di sekitar manusia yang terjadi di dalam ruang. Udara yang bergerak dapat membantu tubuh manusia dalam melepaskan panas melalui proses konveksi dan evaporasi (penguapan keringat). Menurut Hamdy (2021), kecepatan udara yang ideal untuk daerah iklim tropis yaitu ada diantara $0,25$ - $0,75$ m/s.

e. Jenis aktivitas & pakaian

Jenis aktivitas berhubungan langsung dengan panas yang dihasilkan oleh tubuh manusia. Dalam konteks bangunan, aktivitas siswa termasuk dalam aktivitas ringan, seperti duduk, menulis, berdiskusi dan makan. Karena itu, suhu ideal untuk termal yang nyaman di ruang kelas harus lebih rendah dibandingkan ruang yang memiliki aktivitas fisik tinggi. Jenis pakaian juga berpengaruh pada seberapa banyak panas tubuh yang dapat dilepaskan ke lingkungan. Semakin tebal pakaian, maka akan semakin besar isolasi panasnya sehingga tubuh akan cenderung terasa lebih hangat, begitu juga sebaliknya jika menggunakan pakaian yang lebih tipis.

2.2 Kualitas Udara

Kualitas udara dalam ruangan adalah kondisi kandungan udara dalam ruangan yang mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan penghuni suatu bangunan (Satwiko, 2009). Udara terdiri dari nitrogen (78%), oksigen (20,95%), argon (0,93%), karbon dioksida (0,038%), uap air (1%) dan gas-gas lainnya (0,002%), komposisi kimiawi tersebut dapat berubah karena adanya gas-gas yang dilepaskan oleh benda-benda seperti cat baru, obat nyamuk bakar, dan kapur barus atau aktivitas manusia seperti memasak dan merokok. Tetapi dari penjelasan

tersebut, konsentrasi karbon dioksida di udara merupakan indikator yang baik untuk memeriksa kualitas udara di dalam ruangan secara umum dengan menggunakan satuan *parts per million* (PPM), karena tingkat polutan umumnya dapat digambarkan secara wajar oleh jumlah CO₂ di udara (Shannon, 2017). Konsentrasi CO₂ yang ideal di ruang kelas adalah < 1000 ppm. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa ventilasi dan penggunaannya menjadi faktor umum terhadap konsentrasi CO₂, salah satunya pada penelitian oleh Peng (2017), pada sekolah di Tai'an, China Utara menunjukkan menutup jendela dan pintu saat musim dingin meningkatkan suhu udara di dalam kelas, namun menyebabkan peningkatan konsentrasi CO₂. Hal ini menunjukkan, peranan bukaan yang kontradiktif terhadap kenyamanan termal dan kualitas udara di dalam ruang (pada musim dingin). Menurut Satwiko (2009) ada 4 faktor yang memengaruhi terjadinya peningkatan konsentrasi CO₂, diantaranya yaitu:

a. Ventilasi

Udara dalam ruangan yang memiliki ventilasi buruk dapat menyebabkan gangguan bagi penghuninya, seperti gangguan pernafasan, pusing, iritasi mata dan lain sebagainya, gangguan akibat ventilasi yang buruk dapat disebut juga dengan *sick building syndrome*.

b. Pemanasan global

Pemanasan global merupakan kenaikan suhu rata-rata udara di dekat permukaan bumi dan lautan pada beberapa daswarsa terakhir yang masih terus berlanjut. Pemanasan global ini juga yang menyebabkan perubahan iklim dan pencairan es kutub pegunungan. Pemanasan global 90% diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar fosil.

c. Perubahan iklim

Pencairan es kutub dan pegunungan akan menyebabkan kenaikan permukaan laut yang akan menenggelamkan dataran rendah dan perubahan iklim juga menyebabkan kegagalan panen serta timbulnya tornado yang tidak normal.

d. Gas rumah kaca

Gas rumah kaca mengandung CO₂, CH₄, dan N₂O. Biasanya penghasil gas rumah kaca ini adalah industri peternakan sebesar 18% dan transportasi sebesar 13,6%. Industri peternakan menghasilkan CH₄ dan N₂O yang memiliki potensi gas rumah kaca 21 – 310 kali lebih besar dibanding CO₂. Jika penambahan gas rumah kaca ini terus terjadi maka akan menimbulkan bencana seperti kegagalan panen, banjir, serta suhu yang semakin tidak nyaman.

e. *Urban heat islands*

Urban heat islands merupakan fenomena pada area perkotaan yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. *Urban heat islands* meningkatkan CO₂ secara tidak langsung seperti disebabkan oleh keseimbangan neto radiasi, penyimpanan energi matahari di massa bangunan, penimbunan panas yang terkonsentrasi, penguapan dari tanah dan tumbuhan di area perkotaan yang lebih rendah dan sumber-sumber panas misalkan seperti penyejuk udara dan lampu.

3. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data yang diperoleh melalui pengukuran langsung terhadap parameter fisik ruang seperti dimensi ruang belajar, konsentrasi CO₂ dan suhu udara di dalam ruang belajar menggunakan alat CO₂ data logger Trotec Tipe BZ30. Alat akan diletakkan ditengah ruangan pada ketinggian orang dewasa duduk (1,4 meter dari lantai). Pengukuran dilakukan dengan mengaktifkan mode perekaman suhu dan konsentrasi CO₂, selama aktivitas mahasiswa berlangsung di studio dalam waktu ±4 jam per-hari. Pengolahan data dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran kenyamanan termal dan kualitas udara dengan standar yang berlaku. Objek penelitian adalah

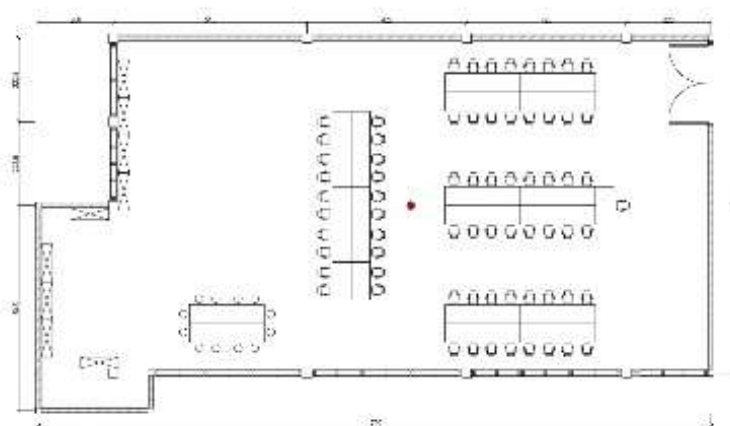
ruang studio angkatan 2024; jumlah siswa, peletakan dan dimensi bukaan yang sama di Departemen Arsitektur, Universitas Sumatera Utara.

Metode Pengumpulan Data

Objek studi dilakukan di ruang studio angkatan 2024 yang terletak di lantai 2 dengan luas ruangan 160 m² dan mahasiswa untuk kelas perancangan studio A dan studio B masing-masing berjumlah 48 orang. Jadwal kelas perancangan studio dilaksanakan pada hari senin dan kamis untuk kelas studio A, serta hari selasa dan jum'at untuk kelas studio B. Alat ukur *data logger* diletakkan di tengah ruang studio, dan posisi alat diletakkan sejajar dengan kondisi mahasiswa dalam posisi duduk yaitu 1,4 meter.

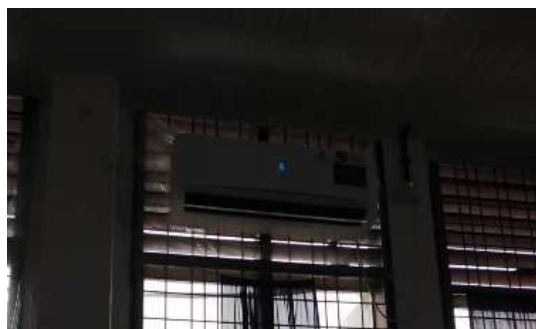


Gambar 2. Gambar Perletakan alat ukur dan suasana ruang studio



Gambar 3. Gambar *Layout* ruang studio dan titik perletakan alat

Ruang studio menggunakan ventilasi buatan yaitu AC split yang berjumlah 5 buah, dengan brand *Polytron*, dan setiap unit AC diatur pada suhu 16° C.



Gambar 4. Gambar Pendingin ruangan AC split



Gambar 5. Gambar 5 unit AC

Metode Analisis Data

Pengukuran dilakukan dalam waktu 5 hari dan per-harinya diukur selama ± 4 jam. Berikut merupakan hasil pengukuran suhu dan konsentrasi CO₂:

a. Hari 1

Hari pertama dilakukan pada tanggal 6 November 2025, dari jam 10.30 – 16.00 WIB.

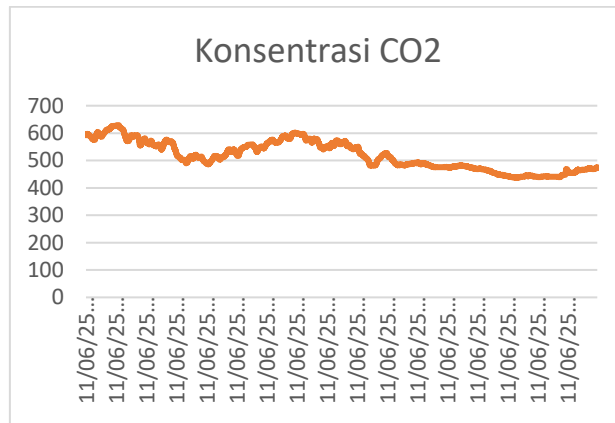


Diagram 1. Pengukuran Konsentrasi CO₂ pada hari 1

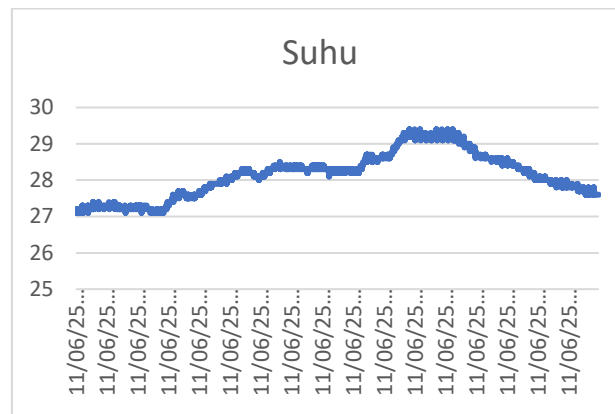


Diagram 2. Pengukuran Suhu pada hari 1

Pada hari pertama, nilai maksimum konsentrasi CO₂ yaitu 917.00 ppm, di jam 10.50 WIB, dan nilai minimum konsentrasi CO₂ yaitu 437.00 ppm, di jam 15.16 WIB. Sementara, nilai maksimum suhu yaitu 29.40°C, di jam 14.22 WIB, dan nilai minimum suhu yaitu 25.50°C, di jam 10.47 WIB.

b. Hari 2

Hari kedua dilakukan pada tanggal 1 Desember 2025, dari jam 11.30 – 17.00 WIB.

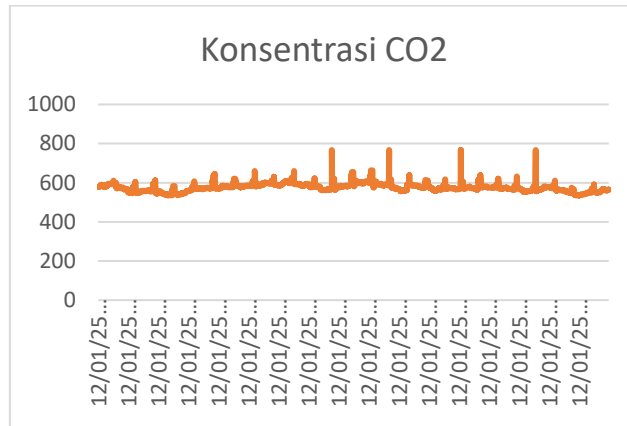


Diagram 3. Pengukuran Konsentrasi CO2 pada hari 2

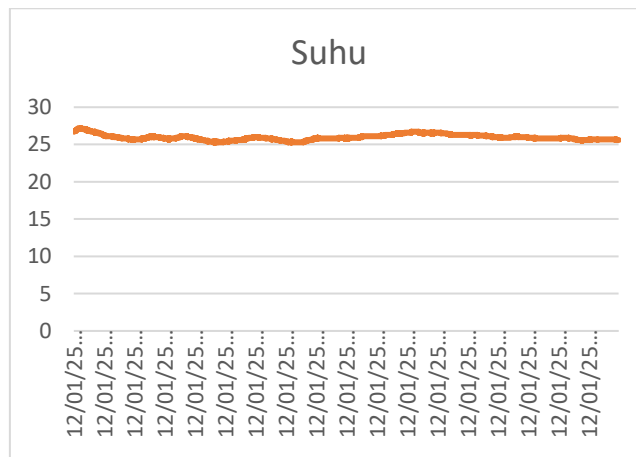


Diagram 4. Pengukuran Suhu pada hari 2

Pada hari kedua, nilai maksimum konsentrasi CO2 yaitu 826.00 ppm, di jam 16.35 WIB, dan nilai minimum konsentrasi CO2 yaitu 516.00 ppm, di jam 11.11 WIB. Sementara, nilai maksimum suhu yaitu 27.20°C, di jam 11.06 WIB, dan nilai minimum suhu yaitu 25.30°C, di jam 12.26 WIB.

c. Hari 3

Hari ketiga dilakukan pada tanggal 2 Desember 2025, dari jam 10.30 – 16.00 WIB.

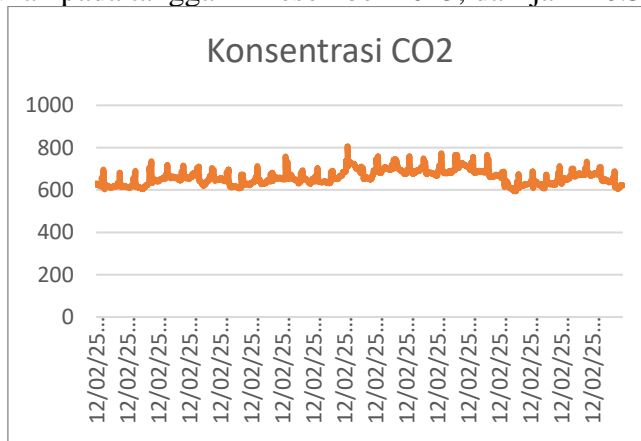


Diagram 5. Pengukuran Konsentrasi CO2 pada hari 3

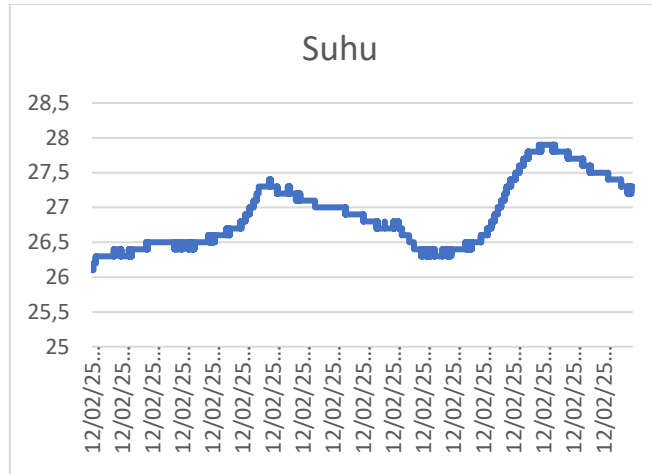


Diagram 6. Pengukuran Suhu pada hari 3

Pada hari ketiga, nilai maksimum konsentrasi CO2 yaitu 805.00 ppm, di jam 13.38 WIB, dan nilai minimum konsentrasi CO2 yaitu 536.00 ppm, di jam 10.50 WIB. Sementara, nilai maksimum suhu yaitu 27.90°C, di jam 15.15 WIB, dan nilai minimum suhu yaitu 26.10°C, di jam 10.43 WIB.

d. Hari 4

Hari keempat dilakukan pada tanggal 4 Desember 2025, dari jam 11.00 – 16.00 WIB.

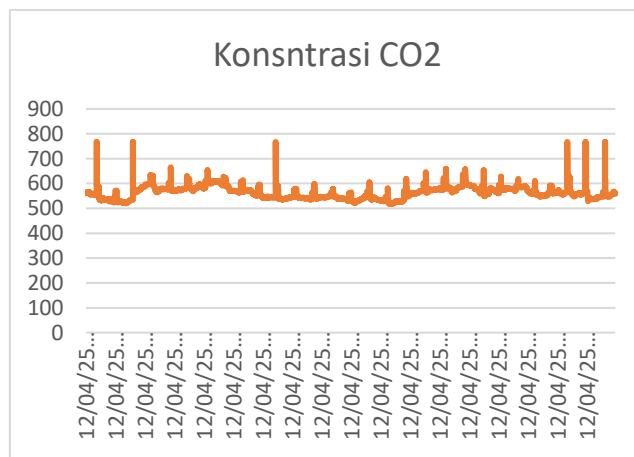


Diagram 7. Pengukuran Konsentrasi CO2 pada hari 4

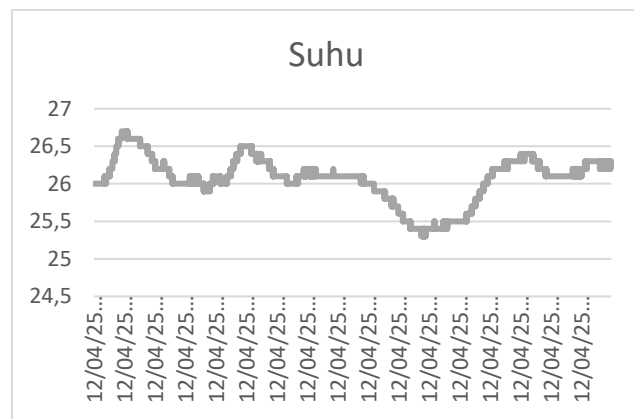


Diagram 8. Pengukuran Suhu pada hari 4

Pada hari keempat, nilai maksimum konsentrasi CO2 yaitu 767.00 ppm, di jam 11.35 WIB, dan nilai minimum konsentrasi CO2 yaitu 516.00 ppm, di jam 14.05 WIB. Sementara, nilai maksimum suhu yaitu 26.70°C, di jam 11.44 WIB, dan nilai minimum suhu yaitu 25.30°C, di jam 14.20 WIB.

e. Hari 5

Hari kelima dilakukan pada tanggal 5 Desember 2025, dari jam 11.00 – 16.00 WIB.

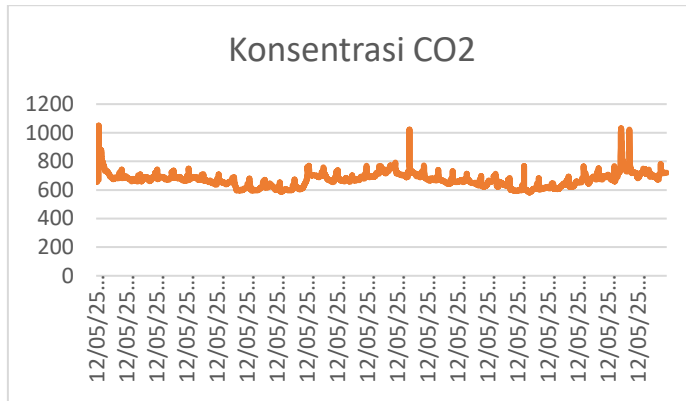


Diagram 9. Pengukuran Konsentrasi CO2 pada hari 5

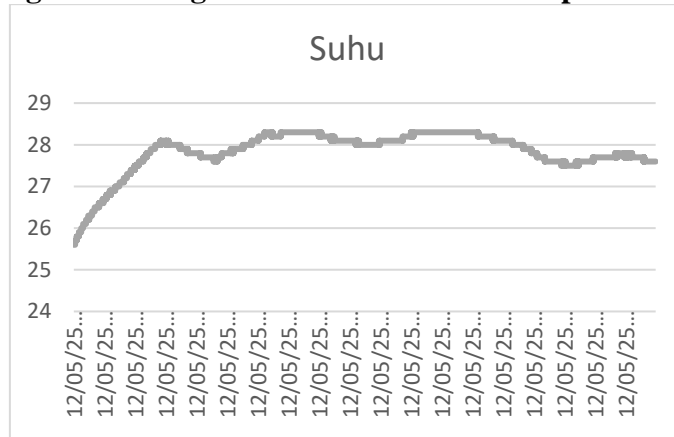


Diagram 10. Pengukuran Suhu pada hari 5

Pada hari kelima, nilai maksimum konsentrasi CO2 yaitu 1000.00 ppm, di jam 11.34 WIB, dan nilai minimum konsentrasi CO2 yaitu 582.00 ppm, di jam 14.56 WIB. Sementara, nilai maksimum suhu yaitu 28.30°C, di jam 13.01 WIB, dan nilai minimum suhu yaitu 25.60°C, di jam 11.34 WIB.

4. Analisis

Tabel.1 Tabel hasil perbandingan

Hari	CO2 (Max)	CO2 (Min)	Standar SNI (1000 ppm)	Suhu (Max)	Suhu (Min)	Standar SNI (22,8°C - 25,8°C)
Hari 1 (6/11/25)	917.00 ppm	437.00ppm	Sudah sesuai	29.40°C	25.50°C	Suhu ruang menunjukkan beberapa kali melewati batas optimal

Hari 2 (1/12/25)	826.00 ppm	516.00ppm	Sudah sesuai	27.20°C	25.30°C	Suhu ruang menunjukkan beberapa kali melewati batas optimal
Hari 3 (2/12/25)	805.00 ppm	536.00ppm	Sudah sesuai	27.90°C	26.10°C	Suhu ruang sudah melebihi batas optimal
Hari 4 (4/12/25)	767.00ppm	516.00ppm	Sudah sesuai	26.70°C	25.30°C	Suhu ruang menunjukkan beberapa kali melewati batas optimal
Hari 5 (5/12/25)	1000.00ppm	582.00ppm	Sepantaran dengan batas maksimal	28.30°C	25.60°C	Suhu ruang menunjukkan beberapa kali melewati batas optimal

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa pada hari pertama hingga hari keempat, konsentrasi CO₂ masih berada dalam batas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang disyaratkan. Namun, pada hari kelima terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ hingga mencapai nilai ambang batas sebesar 1.000 ppm. Berdasarkan hasil pengamatan pada hari kelima, tercatat bahwa pada pukul 11.34 konsentrasi CO₂ mencapai nilai ambang batas tersebut, sementara pada waktu yang sama suhu udara berada pada nilai minimum. Kondisi ini diduga terjadi akibat adanya aktivitas pernapasan mahasiswa di sekitar alat ukur, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi CO₂ meskipun suhu udara relatif rendah.

Sementara itu, berdasarkan nilai rata-rata suhu ruangan, selama periode pengamatan lima hari, suhu ruang beberapa kali tercatat melebihi nilai suhu optimal yang disyaratkan. Kondisi ini diduga terjadi karena bukaan ruang, seperti pintu dan jendela, dibiarkan terbuka atau tidak tertutup rapat pada saat ruangan menggunakan sistem penghawaan buatan (AC), sehingga memengaruhi kinerja pendinginan ruangan.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis kenyamanan termal serta konsentrasi CO₂ di ruang Studio Perancangan Angkatan 2024 Departemen Arsitektur Universitas Sumatera Utara, dapat disimpulkan bahwa kualitas udara dalam ruang studio secara umum masih berada dalam batas yang dipersyaratkan. Selama lima hari pengamatan, konsentrasi CO₂ tercatat berada di bawah nilai ambang batas Standar Nasional Indonesia (SNI), meskipun pada hari kelima sempat mencapai nilai maksimum sebesar 1.000 ppm. Peningkatan tersebut diduga dipengaruhi oleh aktivitas pernapasan mahasiswa di sekitar alat ukur. Namun demikian, kondisi kenyamanan termal di ruang studio menunjukkan hasil yang kurang optimal. Suhu udara dalam ruang beberapa kali tercatat melebihi rentang suhu optimal yang disyaratkan SNI, yaitu 22,8°C–25,8°C. Kondisi ini diduga terjadi akibat penggunaan bukaan ruang berupa pintu dan jendela yang tidak tertutup rapat saat sistem penghawaan buatan (AC) tetap beroperasi, sehingga menurunkan efektivitas pendinginan ruang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan bukaan ruang dan pengoperasian sistem penghawaan buatan memiliki peran penting dalam menjaga kenyamanan termal tanpa mengorbankan kualitas udara dalam ruang. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan penggunaan

bukaan yang lebih optimal agar keseimbangan antara kenyamanan termal dan kualitas udara dalam ruang studio dapat tercapai secara berkelanjutan.

Dari hasil penelitian ini, dapat disarankan untuk memberikan rambu/penanda agar bukaan seperti pintu dan jendela untuk ditutup dengan rapat agar suhu tetap normal di dalam ruangan, serta perlu dilakukan pengelolaan operasional seperti mematikan pendingin ruangan dipagi hari agar jendela dapat dibuka dan udara dapat bersirkulasi keluar dan masuk dalam ruangan sehingga kualitas udara tetap optimal. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap desain dan posisi bukaan jendela untuk mendukung ventilasi silang lebih efektif.

Daftar Pustaka

- Parsons, K. (2019). *Human Thermal Comfort* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429294983>
- Peng, Z., Deng, W., & Tenorio, R. (2017). Investigation of indoor air quality and the identification of influential factors at primary schools in the north of China. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/su9071180>
- Razak, H. (2015). pengaruh Karakteristik Ventilasi dan Lingkungan Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Kelas SMPN di Jakarta Selatan. *AGORA: Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 15(2), 1–18. <https://doi.org/10.25105/agora.v15i2.2024>
- Satwiko, P. (2009). *Fisika Bangunan*. C.V ANDI OFFSET.
- Shannon, K. (2017). Designing Quality Learning Spaces: Indoor Air Quality and Thermal Comfort. *New Zealand Ministry of Education, September*, 119. <https://education.govt.nz/assets/Documents/Primary-Secondary/Property/School-property-design/Flexible-learning-spaces/DQLSIndoorAirQualityThermalComfortV1.0.pdf>
- Stan-, A., Predicted, T., Vote, M., Pmv, T., Standard, A., Thermal, C. B. E., Tool, C., Standard, A., & Ashrae, T. (2010). *Thermal comfort*. 1–11.