



Identifikasi dan evaluasi pengaruh ventilasi alami pada ruang kelas terhadap fenomena *sick building syndrome*

Latifah^{a*}, Ratih Widiastuti^{a*}

^{a*} Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:

ratihwidiastuti@lecturer.undip.ac.id

latifahifah@students.undip.ac.id

Article history:

Received : 27 August 2023

Revised : 01 November 2023

Accepted : 08 November 2023

Publish : 03 December 2023

Keywords:

Air quality, Air temperature, Humidity,
Natural ventilation, Sick building
syndrome

ABSTRACT

Natural ventilation is closely related to the indoor air quality and will affect the occupant activities. The unhealthy air conditioning will create discomfort for the occupants. One of the phenomena that is caused by indoor air quality is Sick Building Syndrome (SBS). Bad air circulation systems in the classroom can lead to Sick Building Syndrome (SBS) among students. This study was conducted to identify and evaluate the influence of natural ventilation in the classroom on the Sick Building Syndrome phenomenon. The object of the study was classrooms in the Department of Architecture, Faculty of Engineering, Diponegoro University. Data of temperature, relative humidity, and air velocity were collected to identify the indoor air quality of the classrooms. Based on the analysis, either with closed or open natural ventilation, the indoor air quality inside the classroom still did not meet the requirement of healthy air. Therefore, further actions such as improving the quality of natural ventilation are needed.

Copyright © 2023 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Kualitas udara erat kaitannya dengan kenyamanan penghuni ruangan (Rahmawati et al., 2020). National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) menyatakan bahwa 52% masalah kualitas udara di dalam ruangan dikarenakan terbatasnya bukaan dinding yang menyebabkan kurangnya sirkulasi udara. Hal ini kemudian memicu *Sick Building Syndrome* (SBS), yaitu kondisi dimana penghuni bangunan merasakan beberapa gejala diantaranya yaitu sakit kepala, gangguan pernapasan, iritasi, dan hilang konsentrasi yang mana akan hilang begitu meninggalkan bangunan tersebut (*World Health Organization*, 2005) (Savanti et al., 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Fitria L et al., 2008). dinyatakan faktor yang mempengaruhi kualitas udara yaitu suhu pada ruang, kecepatan angin, kelembaban, dan volume udara. Adanya sistem ventilasi alami dapat membantu pergantian udara dalam ruangan yang mana akan mempengaruhi kondisi suhu udara, pergerakan udara, kelembaban, dan volume udara di dalam ruangan (Hamzah et al., 2017). Pendapat ini juga diperkuat oleh studi yang dilakukan oleh (Fisa et al., 2019). yang menyatakan bahwa tipe bukaan dinding dan optimalisasi ventilasi silang akan mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, untuk dapat menghasilkan kualitas udara yang baik di dalam ruangan, minimal luas bukaan dinding alami adalah 15% dari luasan lantai. Sedangkan tinggi plafond dari lantai minimal adalah 2.5 m (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2002). Panduan untuk melakukan pengelolaan sistem ventilasi gedung agar mengurangi konsentrasi polutan serta mencegah terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) juga dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO) pada tahun 1983 (Aditama et al., 2002).

Lebih lanjut, Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/XI/2002 juga menyebutkan bahwa temperatur ruangan yang sehat yaitu berkisar antara 18°C – 28°C dengan kelembaban udara

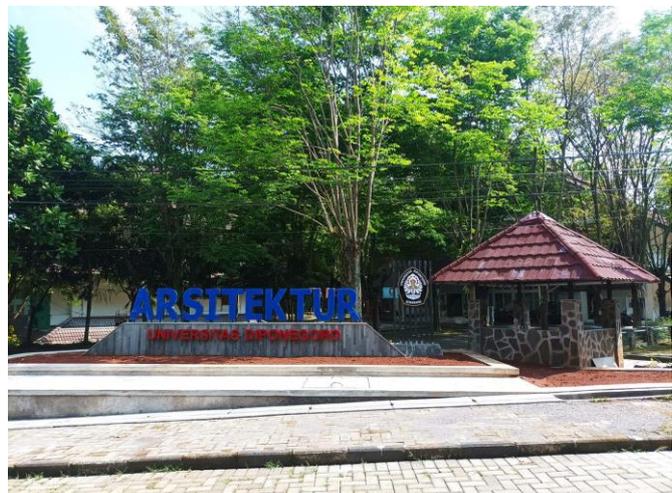
berada pada angka 40% - 60%. Pengkondisian udara (AC) hanya akan mendinginkan udara. Tidak ada pergantian udara sehingga memberikan dampak pertumbuhan bakteri dan virus. Idealnya, pertukaran udara sebaiknya dilakukan setiap $0.283 \text{ m}^3/\text{menit/orang}$ dengan kecepatan udara rata-rata berkisar antara $0.15 - 0.25 \text{ m/detik}$ agar setiap orang dapat menghirup udara minimal $10 \text{ m}^3/\text{orang}$ (Kualitas Udara et al., 2021).

Salah satu objek yang rentan terhadap fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS) adalah ruang kelas. Intensitas ruangan yang selalu digunakan dengan kondisi jendela yang selalu tertutup untuk menjaga suhu ruangan menjadikan *Sick Building Syndrome* (SBS) sangat rentan untuk terjadi. Namun, terbatasnya kajian terhadap keberadaan ventilasi alami pada ruang kelas dan fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS) masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dilakukanlah studi terhadap keberadaan bukaan dinding pada ruang kelas dalam kaitannya dengan fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS). Sebagai objek studi adalah ruang kelas di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

2. Data dan metode

2.1. Metode penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif. Data ukur yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan udara didapatkan dari hasil pengukuran dua ruangan yang *identik*, yaitu ruang kelas D.301 dan D.302 di Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (**Gambar 1**). Kedua ruangan memiliki posisi bukaan dinding pada orientasi yang sama (**Gambar 2**). Karakteristik fisik ruangan juga sama yaitu menggunakan dinding bata, *plafond gypsum*, dan lantai keramik.



Gambar 1. Lokasi objek studi (a) Lokasi Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (b) Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Pengambilan data dilakukan selama satu hari yaitu dari pukul 08:00 - 13:00 WIB. Laser distance meter (model 424D, Fluke, Everett, Washington, U.S.) digunakan untuk mengukur luas bukaan dinding. Data kelembaban dan suhu udara didapatkan dengan menggunakan alat *digital clock thermo-hygrometer* (model HTC-2, Constant, Swiss). Sedangkan untuk kecepatan udara di dalam ruangan diukur dengan *digital anemometer* (model AR-186, Unbranded, Italia). **Gambar 3** menunjukkan jenis-jenis alat ukur yang digunakan pada saat pengambilan data. Sedangkan **Tabel 1** menunjukkan detail dari alat ukur. Terdapat tiga titik untuk pengambilan data yaitu titik A, titik B, dan titik C (**Gambar 4**). Kemudian, kondisi jendela pada saat pengukuran yaitu tertutup untuk pengambilan data pertama dan terbuka sebagian untuk pengambilan data ke dua (**Gambar 5**). Interval pengambilan data adalah 5 jam yaitu di pagi hari dilakukan pengukuran pada pukul 08:00 WIB dan di siang hari dilakukan pengukuran pada pukul 13:00 WIB.



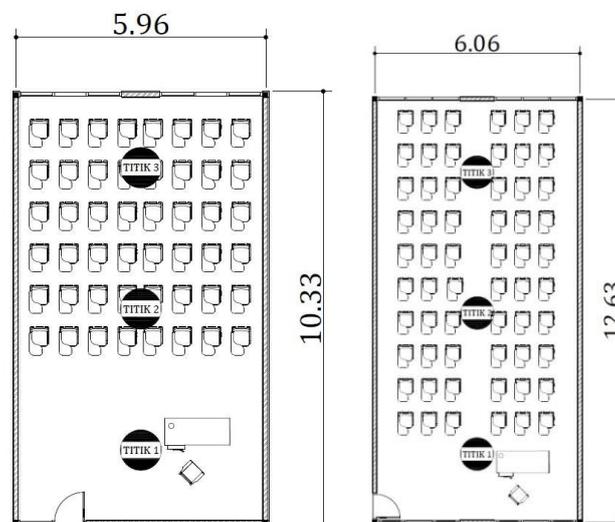
Gambar 2. Detail objek pengukuran (a) Ruang kelas D.301 (b) Ruang kelas D.302

Tabel 1. Spesifikasi dan detail instrument pengambilan data

Alat	Pabrik	Model	Asal	Parameter	Akurasi	Rentang
<i>Laser distance meter</i>	Fluke	424D	Everett, Washington, U.S.	Jarak	± 1 mm (0,04 in)	0 – 100 m
<i>Digital clock thermo-hygrometer</i>	Constant	HTC-2	Swiss	Suhu dan kelembaban dalam dan luar ruang	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	50°C – 70°C
<i>Digital anemometer</i>	Unbranded	AR-816	Italia	Kecepatan angin	$\pm (3\%+0,1)$	0,3 s.d. 45 m/detik



Gambar 3. Alat ukur (a) *Laser distance meter*; (b) *Digital clock thermo-hygrometer*; dan (c) *digital anemometer*



Gambar 4. Posisi penempatan alat ukur pada saat pengambilan data (a) Denah dan titik ukur Ruang Kelas D.301 (b) Denah dan titik ukur Ruang Kelas D.302



Gambar 5. Kondisi jendela pada saat pengambilan data **(a)** Kondisi saat jendela tertutup semua **(b)** Kondisi saat sebagian jendela terbuka

3. Hasil dan pembahasan

Data hasil ukur menunjukkan jumlah luas bukaan dinding pada ruang kelas D.301 adalah sebesar 5% dari luas lantai. Sedangkan pada ruang kelas D.302 luas bukaan dinding adalah 12%. Sesuai dengan standard yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, kedua ruang kelas masih belum memenuhi luas minimal bukaan dinding untuk dapat menghasilkan kualitas udara yang baik. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan untuk ruang kelas D.301 dengan kapasitas 48 orang, rata-rata volume udara yang dihirup adalah 4.48 m³/orang. Sedangkan untuk ruang kelas D.302 dengan kapasitas 60 orang, rata-rata volume udara yang dihirup adalah 4.45 m³/orang. Angka tersebut berada dibawah standard ideal jumlah udara yang harus dihirup oleh manusia (Syamsiyah Nur. R, 1995). Menurut Anam et al. (Anam et al., 2014), hal tersebut dapat disebabkan karena kepadatan ruang yang tinggi.

Tabel 2 menunjukkan rata-rata kondisi suhu, kelembaban, dan kecepatan udara di dalam ruang kelas D.301 pada saat pagi dan siang hari dengan kondisi jendela terbuka. Range suhu udara pada pagi hari di setiap titik ukur adalah 28.0°C-28.9°C dengan nilai rata-rata suhunya berada pada 28.4°C. Sedangkan untuk kelembabannya berkisar antara 62.0% - 64.0% dengan nilai rata-ratanya adalah 63.0%. Tidak tercatat adanya pergerakan udara selama pengambilan data. Saat siang hari rata-rata suhu udara naik menjadi 29.0°C dan kelembaban turun menjadi 62.0%. Sama seperti saat pagi hari, tidak tercatat adanya pergerakan udara saat siang hari.

Tabel 2. Data pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin ruang kelas D.301 pada kondisi jendela terbuka

Titik ukur	Pagi			Siang		
	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]
A	28.4	62.0	0.0	29.1	61.0	0.0
B	28.9	62.0	0.0	29.2	61.0	0.0
C	28.0	64.0	0.0	28.7	64.0	0.0
Rata-rata	28.4	63.0	0.0	29.0	62.0	0.0

Keterangan: *T*: Suhu udara; *RH*: Kelembaban udara; *v*: Kecepatan udara

Sebagai perbandingan, **Tabel 3** menunjukkan rata-rata kondisi suhu, kelembaban, dan kecepatan udara di dalam ruang kelas D.302 pada saat pagi hari dan siang hari dengan kondisi jendela juga terbuka. Dipagi hari, range suhu udara berkisar antara 28.3°C-28.7°C dengan nilai rata-ratanya adalah 28.4°C. Untuk kelembaban udara adalah 61.0%. Pada saat siang hari, suhu udara mengalami kenaikan berkisar antara 29.2°C-29.5°C dengan nilai rata-rata 29.3°C. Sedangkan kelembaban udara tetap 61.0%. Dapat dilihat bahwa baik dipagi maupun siang hari, tidak tercatat adanya pergerakan udara di dalam ruangan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/XI/2002, dengan kondisi jendela yang terbuka, udara di dalam kedua ruang kelas masih belum memenuhi syarat sebagai udara sehat.

Tabel 3. Data pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin ruang kelas D.302 pada kondisi jendela terbuka

Titik ukur	Pagi			Siang		
	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]
A	28.3	61.0	0.0	29.5	62.0	0.0
B	28.7	60.0	0.0	29.2	61.0	0.0
C	28.4	61.0	0.0	29.3	61.0	0.0
Rata-rata	28.4	61.0	0.0	29.3	61.0	0.0

Keterangan: *T*: Suhu udara; *RH*: Kelembaban udara; *v*: Kecepatan udara

Pada kondisi jendela tertutup, **Tabel 4** menunjukkan di pagi hari ruang kelas D.301 memiliki profil suhu udara berkisar antara 27.8°C-28.1°C dengan nilai rata-ratanya adalah 28.0°C. Kelembaban udara pada saat pengukuran berada pada nilai rata-rata 64.0% dan tidak tercatat adanya pergerakan udara pada saat itu. Sedangkan saat siang hari, suhu mengalami kenaikan antara 29.0°C-29.7°C dengan nilai rata-ratanya adalah 29.3°C dan kelembabannya adalah 66.0%. Dengan kondisi jendela yang juga tertutup, dipagi hari ruang kelas D.302 menunjukkan profile suhu udara yang lebih tinggi, hampir mencapai 1.0°C bila dibandingkan dengan D301, yaitu berkisar antara 28.7°C-29.0°C dengan nilai rata-ratanya adalah 28.8°C (**Tabel 5**). Kelembaban udara menunjukkan kenaikan sampai dengan 69.0% dengan rata-rata 67.0%. Kemudian di siang hari, suhu udara menjadi sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan kondisi di ruang kelas D. 301, yaitu berkisar antara 28.9°C-29.5°C dengan rata-rata 29.2°C. Kelembaban udara juga menunjukkan penurunan yaitu sampai dengan 65.0%. Sedangkan untuk kecepatan udara di dalam ruangan, baik ruang kelas D.301 maupun D.302 menunjukkan tidak adanya pergerakan udara. Dengan demikian, pada kondisi jendela tertutup, profil udara pada ruang kelas D.301 dan D.302 belum memenuhi syarat udara sehat.

Tabel 4. Data pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin ruang kelas D.301 pada kondisi jendela tertutup

Titik ukur	Pagi			Siang		
	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]
A	27.9	64.0	0.0	29.7	67.0	0.0
B	28.1	66.0	0.0	29.3	66.0	0.0
C	27.8	62.0	0.0	29.0	66.0	0.0
Rata-rata	28.0	64.0	0.0	29.3	66.0	0.0

Keterangan: *T*: Suhu udara; *RH*: Kelembaban udara; *v*: Kecepatan udara

Tabel 5. Data pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin ruang kelas D.302 pada kondisi jendela tertutup

Titik ukur	Pagi			Siang		
	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]	<i>T</i> [°C]	<i>RH</i> [%]	<i>v</i> [m/s]
A	29.0	65.0	0.0	29.2	65.0	0.0
B	28.9	66.0	0.0	29.5	65.0	0.0
C	28.7	69.0	0.0	28.9	67.0	0.0
Rata-rata	28.8	67.0	0.0	29.2	65.0	0.0

Keterangan: *T*: Suhu udara; *RH*: Kelembaban udara; *v*: Kecepatan udara

4. Kesimpulan

Kualitas udara erat kaitannya dengan kenyamanan penghuni ruangan. Terbatasnya bukaan dinding di dalam suatu ruang akan mempengaruhi sirkulasi dan kualitas udara di dalamnya, serta dapat memicu fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS). Salah satu objek yang rentan terhadap fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS) adalah ruang kelas. Intensitas ruangan yang selalu digunakan dengan kondisi jendela yang selalu tertutup untuk menjaga suhu ruangan menjadikan *Sick Building Syndrome* (SBS) sangat rentan untuk terjadi. Oleh karena itu, dilakukanlah studi terhadap keberadaan bukaan dinding pada ruang kelas dalam kaitannya dengan fenomena *Sick Building Syndrome* (SBS). Sebagai objek studi adalah ruang kelas di Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Data hasil pengukuran menunjukkan bahwa luas bukaan dinding pada ruang kelas D.301 dan D.302 adalah sebesar 5% dan 12% dari luas lantai. Sesuai dengan standard yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, kedua ruang kelas masih belum memenuhi luas minimal bukaan dinding untuk dapat menghasilkan kualitas udara yang baik. Kemudian dari hasil pengambilan data juga didapatkan bahwa pada kondisi jendela terbuka di pagi hari, suhu udara rata-rata pada ruang kelas D.301 dan D.302 pada saat pagi hari adalah 28.4°C dan 28.4°C dengan rata-rata kelembaban udaranya adalah 63.0% dan 61.0%. Di siang hari rata-rata suhu udara di masing-masing ruang kelas adalah 29.0°C (D.301) dan 29.3°C (D.302). Rata-rata kelembaban udara pada saat itu adalah 62.0% (D.301) dan 61.0% (D.302). Baik di waktu pagi maupun siang hari, pengukuran mencatat tidak ada udara yang bergerak di dalam ruangan.

Sedangkan pada kondisi jendela tertutup, di pagi hari suhu udara rata-rata di masing-masing ruang kelas adalah 28.0°C (D.301) dan 28.8°C (D.302). Kelembaban udara pada saat pengukuran berada pada nilai rata-rata 64.0% (D.301) dan 67.0% (D.302). Di siang hari, rata-rata suhu udara adalah 29.3°C (D.301) dan 29.2°C (D.302). Kemudian rata-rata kelembaban udara di siang hari untuk kedua ruang kelas adalah 65.0% (D.301) dan 66.0% (D.302). Tidak tercatat adanya pergerakan udara untuk kedua pengukuran di siang hari.

Berdasarkan data hasil pengukuran, dapat dilihat bahwa dengan kondisi jendela terbuka maupun tertutup, pada saat pagi dan siang hari, kualitas udara di dalam kedua ruang kelas masih belum memenuhi syarat sebagai udara sehat seperti yang tercantum di dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/XI/2002. Agar mendapatkkn kualitas udara yang baik dan menguraingi resiko Sick Building Syndrome, maka perbaikan pada system sirkulasi udara yang ada harus dilakukan, seperti memperbaiki kualitas bukaan dinding.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memberikan izin untuk menggunakan ruang kelas D.301 sebagai objek penelitian.

Referensi

- Fitria, L., Arminsih Wulandari, R., Hermawati, E., Susanna Departemen Kesehatan Lingkungan, D., & Kesehatan Masyarakat, F. (2008). *Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, Dan Kimiawi* (Vol. 12, Issue 2).
- Hamzah, B., Rahim, M. R., Ishak, M. Taufik, & Sahabuddin, S. (2017). Kinerja Sistem Ventilasi Alami Ruang Kuliah. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 6(1), 51–58. <https://doi.org/10.32315/jlbi.6.1.51>
- Ilmu, J., Masyarakat, K., Camelia, A., K3, B., Kl, /, Kesehatan, F., & Universitas Sriwijaya, M. (N.D.). *Sick Building Syndrome Dan Indoor Air Quality Sick Building Syndrome And Indoor Air Quality*.
- Kualitas Udara, A., Termal Dan Ventilasi Sebagai Acuan Adaptasi Hunian Pada Masa Pandemi, K., Ratnasari, A., Sofia Asharhani, I., Business Park, S., Gading Serpong Boulevard No, J., Sangereng, C., & Dua, K. (2021). *Indoor Air Quality, Thermal Comfort And Ventilation Aspects As Reference On Housing Adaptation During Pandemic*.
- Savanti, F., Hardiman, G., & Setyowati, E. (2019). Pengaruh Ventilasi Alami Terhadap Sick Building Syndrome. *Arsitektura*, 17(2), 211. <https://doi.org/10.20961/Arst.V17i2.30440>
- Rahmawati, D. S., Laili, R., Program, K., Keselamatan, S., Kerja, K., & Masyarakat, K. (N.D.). *Pengaruh Kualitas Udara Dalam Ruangan Bagi Performa Akademik Pelajar: Sebuah Tinjauan Literatur*.
- Yoga Aditama, T., & Laksmi Andarini Abstrak, S. (N.D.). *.24 Aditama And Andannt Med J Indones Sick Building Syndrome*.
- Kementrian Kesehatan, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesianomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri*.
- Anonim. Sick Buliding Syndrom, Penyakitmanusia Modern.17 Mei 2011. www.bea-indonesia.org
- Epa. *A Standardized Epa Protocol For Characterizing Indoor Air Quality In Large Office Building*. Us-Epa. Washington Dc, 2003.