

Evaluasi Kenyamanan Termal Pasca-Huni pada Gedung Kampus Tersertifikasi *Green Building* Menggunakan Pendekatan *Temperature Humidity Index* (THI)

A. Uzlifati¹, A.S.B. Nugroho^{1*}, T.N. Handayani¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: arief_sbn@ugm.ac.id

INTISARI

Kenyamanan termal merupakan salah satu aspek penilaian dalam sertifikasi *green building* oleh Greenship. Namun, studi pada masa pasca-huni di Indonesia terkait aspek ini masih terbatas. Penelitian ini menganalisis kenyamanan termal menggunakan *Temperature Humidity Index* (THI) dengan parameter suhu dan kelembaban relatif pada fase pasca-huni di gedung kuliah bersertifikat *green building* tanpa pengkondisian udara. Berdasarkan sampel dari 20 ruangan, hasil penelitian menunjukkan suhu ruangan berkisar antara 25,40–28,50°C dengan kelembaban relatif (RH) 67,90–78%. Hasil ini tergolong tidak nyaman bila dibandingkan dengan SNI 6390:2020 yang menetapkan batas maksimal suhu 25°C dan RH 55%. Namun, karena SNI belum mengatur standar gabungan suhu dan RH, perhitungan THI digunakan sebagai pendekatan empiris. Nilai THI berkisar antara 24,71 hingga 26,78. Berdasarkan pendekatan empiris dari penelitian sebelumnya, nilai THI pada 60% ruangan melebihi 26,00 atau masuk dalam kategori tidak nyaman. Meskipun demikian, nilai THI dalam ruangan tercatat 1,70 lebih rendah dibandingkan lingkungan luar, menunjukkan bahwa *green building* mampu menurunkan THI. Temuan ini memberikan kontribusi bagi penelitian lebih lanjut dan perancangan *green building* yang lebih sesuai dengan standar kenyamanan termal.

Kata kunci: kenyamanan termal, THI, *green building*, kelembaban relatif

1 PENDAHULUAN

Kenyamanan termal merupakan salah satu sub-kriteria dalam kategori *Indoor Health and Comfort* pada sistem penilaian bangunan hijau Greenship yang dikembangkan oleh Green Building Council Indonesia (GBCI, 2016). Aspek ini mencakup batas suhu dan kelembaban relatif dalam ruangan. Menurut Yu dkk. (2011), kualitas udara dalam ruangan tidak hanya berdampak pada kenyamanan penghuni, tetapi juga memengaruhi konsumsi energi sebuah bangunan. Suhu dan kelembaban relatif berperan penting dalam menentukan tingkat kenyamanan termal sehingga perlu dianalisis secara komprehensif. Selain itu, kontrol kelembaban yang baik dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan dengan mengurangi beban pendinginan (Amaripadath dkk., 2023).

Beberapa penelitian telah membahas mengenai kualitas lingkungan dalam ruangan yang melalui pengukuran kuantitatif maupun survei kepuasan seperti pada pada gedung perkantoran tersertifikasi *green* oleh LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) (Khoshbakht dkk., 2018), pabrik di Sri Lanka yang tersertifikasi LEED (Ravindu dkk., 2015), dan di Jordan (Elnaklah dkk., 2021). Namun, hasil temuan tersebut menunjukkan variasi. Khoshbakht dkk. (2018) menyatakan bahwa kepuasan penghuni pada gedung hijau tidak selalu lebih tinggi dibanding gedung konvensional. Ravindu dkk. (2015) menunjukkan bahwa suhu udara di pabrik hijau justru lebih tinggi dibandingkan pabrik konvensional, sedangkan Elnaklah dkk. (2021) menemukan bahwa suhu udara dan kelembaban relatif harian rata-rata di gedung hijau lebih rendah secara signifikan dibandingkan gedung konvensional. Studi kenyamanan termal pasca-huni di bangunan kampus yang tersertifikasi *Green Building* oleh Greenship di Indonesia sendiri masih terbatas.

Saat ini, belum terdapat formulasi praktis yang dapat digunakan oleh praktisi untuk menilai kenyamanan termal secara luas pada berbagai tipe gedung di beragam zona iklim. Padahal, mempertimbangkan faktor kelembaban sangat penting, terutama di wilayah tropis (Amaripadath dkk., 2023). *Temperature Humidity Index* (THI) telah digunakan sebagai indeks bioklimatik di wilayah tropis, khususnya untuk menilai kondisi dalam ruangan (Emmanuel, 2005). Namun, penerapannya dalam evaluasi kenyamanan termal pada bangunan bersertifikasi *green building* masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi termal berdasarkan *Temperature Humidity Index* (THI) pada gedung kampus bersertifikat *green building* tanpa pengkondisian udara pada fase pasca-huni. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan studi *green building*, khususnya dalam aspek kenyamanan termal, serta menjadi referensi bagi praktisi dan regulator dalam menilai kenyamanan termal menggunakan pendekatan THI.

2 METODOLOGI

2.1 Pengambilan Data Kuantitatif

Pengumpulan data dilakukan pada satu buah gedung perkuliahan dengan predikat Gold pada sertifikasi Design Recognition oleh Greenship pada tahun 2021. Gedung tujuh lantai ini berlokasi di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Gedung ini memiliki *gross floor area* seluas 5.480,59 m² dengan luas ruangan yang dikondisikan yaitu 2.569,91 m². Pengukuran dilakukan di 20 ruangan yang tersebar pada 6 lantai gedung yaitu lantai dua hingga tujuh. Tidak dilakukan pengambilan data di lantai satu karena lantai tersebut merupakan selasar.

Data yang dikumpulkan mencakup suhu (temperatur) dan kelembaban relatif, yang diukur menggunakan alat *4-in-1 environmental meter (air velocity, light, relative humidity, and temperature)*. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 23 Januari 2025, antara pukul 11.00 hingga 12.00 WIB. Waktu pengambilan data dipilih saat penyinaran matahari sudah mendekati puncaknya, sehingga diharapkan dapat mencerminkan kondisi termal tertinggi di dalam ruangan. Pada setiap ruangan diambil 2 hingga 16 titik data, bergantung pada luas ruangan. Selama pengambilan data, ruangan dalam kondisi kosong dan tidak dikondisikan, artinya *air conditioner (AC)* serta sistem ventilasi tidak dioperasikan. Hal ini bertujuan untuk mengamati kondisi termal alami dalam ruangan tanpa intervensi sistem *heating, ventilation, and air conditioning (HVAC)*.

Selain itu, pengukuran juga dilakukan pada lingkungan luar gedung untuk memperoleh data temperatur dan kelembaban relatif luar ruangan, yang dapat menjadi faktor eksternal dalam analisis kondisi termal di dalam gedung. Faktor eksternal seperti suhu luar ruangan, kelembaban relatif, intensitas radiasi matahari, serta perbedaan ventilasi antar ruangan dapat memengaruhi hasil pengukuran dan perlu dipertimbangkan dalam interpretasi data.

2.2 Analisis *Temperature Humidity Index (THI)*

THI digunakan untuk menggabungkan suhu dan kelembaban relatif menjadi satu indeks. Berikut ini merupakan rumus THI berdasarkan persamaan Nieuwolt dalam Emmanuel (2005).

$$THI = 0,8T + \frac{RH \times T}{500} \quad (1)$$

Dengan T merupakan temperatur (°C) dan RH merupakan kelembaban relative (RH). Penelitian ini menggunakan *Temperature-Humidity Index (THI)* untuk menggabungkan suhu dan kelembaban relatif dalam menilai kenyamanan termal. Karena belum ada standar resmi di Indonesia, acuan yang digunakan berasal dari standar Sri Lanka serta beberapa studi sebelumnya. Interpretasi nilai THI menurut Niuwolt dalam Emmanuel (2005), yaitu

$21 \leq THI \leq 24$ nyaman

$24 \leq THI \leq 26$ sebagian nyaman

$THI > 26$ tidak nyaman

Pengukuran dilakukan pada satu titik waktu. Analisis difokuskan pada perbedaan THI dalam dan luar ruangan untuk mengevaluasi efektivitas insulasi bangunan. Selisih THI yang besar menunjukkan insulasi yang baik dalam meredam kondisi eksternal, sedangkan selisih kecil atau THI dalam ruangan lebih tinggi dapat mengindikasikan insulasi kurang optimal, yang berpotensi meningkatkan beban kerja sistem HVAC.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

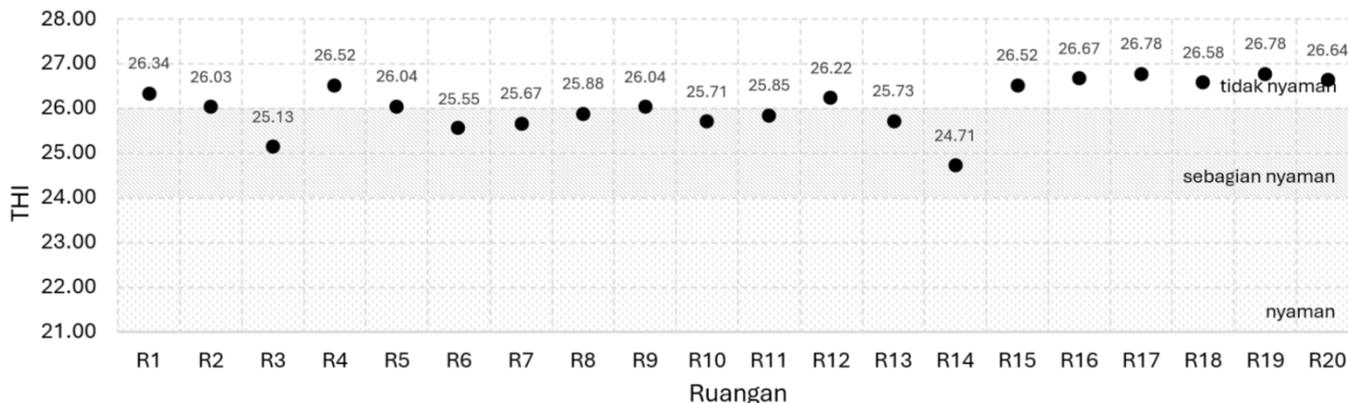
Pengukuran suhu dan kelembaban relatif telah dilakukan di 65 titik yang tersebar pada 20 ruangan dalam gedung yang diteliti. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu dalam ruangan berkisar antara 25.40°C hingga 28.50°C dengan rata-rata keseluruhan 27,60°C. Sedangkan kelembaban relatif (RH) berada dalam rentang 67.90% hingga 78% dengan rata-rata 73,75%. Rata-rata temperatur, kelembaban relatif, dan hasil hitungan THI di setiap ruangan dalam gedung ditampilkan pada Tabel 1.

Untuk menganalisis tingkat kenyamanan termal, dilakukan analisis nilai *Temperature Humidity Index* (THI) berdasarkan Persamaan 1 yang dihitung untuk setiap ruangan. Berdasarkan rumus empiris yang digunakan dalam penelitian ini, THI berkisar antara 24,71 hingga 26,78. Nilai THI setiap ruangan dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 Rata-rata temperatur dan kelembaban relatif di setiap ruangan.

Lantai	Ruangan	RH (%)	Temperatur (°C)	THI
2	R1	73.70	27.80	26.34
2	R2	75.08	27.40	26.03
2	R3	73.25	26.55	25.13
3	R4	76.10	27.85	26.52
3	R5	73.50	27.50	26.04
3	R6	68.75*	27.25	25.55
3	R7	72.75	27.15	25.67
4	R8	74.90	27.25	25.88
4	R9	75.15	27.40	26.04
4	R10	72.60	27.20	25.71
4	R11	73.50	27.30	25.85
4	R12	74.20	27.65	26.22
5	R13	70.33	27.35	25.73
5	R14	74.35	26.05*	24.71*
5	R15	75.77	27.87	26.52
6	R16	72.62	28.22**	26.67
6	R17	77.80**	28.03	26.78**
6	R18	72.20	28.15	26.58
7	R19	77.80**	28.03	26.78**
7	R20	74.40	28.08	26.64

* nilai terendah, ** nilai tertinggi

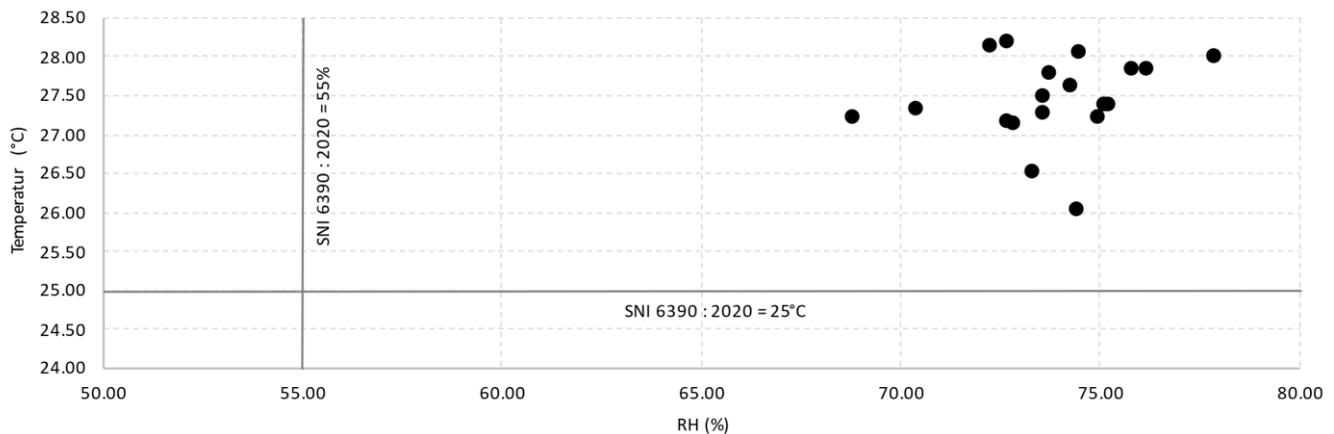


Gambar 1 THI setiap ruangan

Berdasarkan Gambar 1, terdapat delapan ruangan atau 40% ruangan yang masuk dalam kategori sebagian nyaman. Ruangan-ruangan tersebut yaitu R3, R6, R7, R8, R10, R11, R13, dan R14. Sedangkan 60% ruang lainnya termasuk dalam kategori tidak nyaman atau nilai THI lebih besar dari 26,00.

Jika dibandingkan dengan standar SNI 6390:2020 yang menetapkan batas kenyamanan suhu dalam ruangan sebesar 25°C dan kelembaban relatif yaitu 55%, seluruh ruangan dalam penelitian ini tergolong tidak nyaman. Rata-rata suhu di seluruh ruangan lebih tinggi dari 25°C, sementara rata-rata kelembaban relatif juga melebihi 55%. Sebaran nilai rata-rata temperatur dan RH setiap ruangan dibandingkan dengan batas kenyamanan dalam ruangan berdasarkan SNI 6390:2020 dapat dilihat pada Gambar 2.

Dibandingkan dengan penelitian Ravindu dkk. (2015), yang mengamati kondisi pabrik *green building* di Sri Lanka, rata-rata temperature dan RH pada penelitian ini lebih rendah. Ravindu dkk. (2015) memperoleh hasil suhu rata-rata 29,7°C dan RH 79%. Meskipun demikian, penelitian tersebut mencatat bahwa terdapat 15% responden yang masih merasa nyaman dengan kondisi termal tersebut.



Gambar 2 Temperatur udara dan kelembaban relatif terhadap ketentuan SNI 6390:2020.

Analisis selisih THI antara ruangan tidak dikondisikan dan luar gedung dilakukan untuk mengukur perbedaan kondisi termal di kedua lingkungan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata THI luar ruangan adalah 27,27, sedangkan rata-rata THI dalam ruangan yang tidak dikondisikan adalah 26,07. Terdapat selisih sebesar 1,2 antara THI luar ruangan dan dalam ruangan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Elnaklah dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa *green building* memiliki suhu 2,26°C lebih rendah dan kelembaban relatif 11,9% lebih rendah dibandingkan gedung konvensional. Namun, perlu dicatat bahwa dalam penelitian ini, sistem HVAC tidak dinyalakan selama pengukuran. Oleh karena itu, meskipun *green building* memiliki potensi untuk menciptakan kondisi termal yang lebih baik dibandingkan lingkungan luar, efektivitasnya dalam mencapai kenyamanan termal masih bergantung pada faktor lain, termasuk desain pasif dan pengoperasian sistem HVAC.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat perbedaan tingkat kenyamanan berdasarkan SNI 6390:2020 dan pendekatan THI. Menurut SNI 6390:2020, seluruh kondisi dalam penelitian ini tergolong tidak nyaman (100%). Sementara itu, berdasarkan pendekatan THI, tingkat ketidaknyamanan hanya mencapai 60%. Perbedaan tersebut disebabkan karena batas kenyamanan termal pada THI awalnya dikembangkan di wilayah lintang menengah yang memiliki karakteristik iklim dan demografi penduduk yang berbeda dari daerah tropis seperti Indonesia. Meskipun demikian, Emmanuel (2005) menyebutkan bahwa THI merupakan salah satu indeks kenyamanan termal paling umum di kawasan tropis terutama untuk analisis kenyamanan termal di luar ruangan. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi lanjutan terhadap batas kenyamanan termal dalam ruangan dengan mempertimbangkan persepsi subjektif pengguna di Indonesia.

Kondisi termal alami dalam gedung memiliki dampak terhadap kenyamanan penghuni serta penggunaan sistem pendingin ruangan (HVAC load). Jika suhu dan kelembaban relatif dalam ruangan lebih tinggi dari standar kenyamanan, maka sistem HVAC harus bekerja lebih keras untuk mempertahankan kondisi yang nyaman, yang berimplikasi pada peningkatan konsumsi energi. Sebaliknya, jika insulasi gedung efektif, maka kebutuhan energi untuk pendinginan dapat dikurangi.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi kondisi suhu dan kelembaban relatif di gedung kampus tersertifikasi *green building* yang tidak dikondisikan serta mengevaluasi kenyamanan termal berdasarkan standar SNI 6390:2020 dan pendekatan *Temperature Humidity Index* (THI). Hasil analisis menunjukkan bahwa berdasarkan standar SNI, sebanyak 100% ruangan masuk dalam kategori tidak nyaman. Sedangkan berdasarkan THI, 60% ruangan melebihi batas nyaman sebagian atau termasuk tidak nyaman. Perbedaan hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan kenyamanan termal dapat bervariasi tergantung pendekatan penilaian yang digunakan.

Studi ini berkontribusi dalam memperkaya kajian kenyamanan termal di wilayah tropis, terutama pada *green building* tanpa mengaktifkan sistem pendingin. Temuan ini dapat menjadi rujukan dalam mengembangkan indeks kenyamanan sesuai persepsi lokal. Penelitian lanjutan disarankan untuk meninjau kembali batas kenyamanan indeks THI di wilayah tropis. Selain itu, dapat dilakukan evaluasi hubungan antara kondisi termal dan konsumsi energi, khususnya dalam penggunaan sistem pendingin (HVAC), guna memahami kontribusi desain pasif terhadap efisiensi energi serta kenyamanan penghuni. Dari sisi praktis, hasil ini menekankan pentingnya optimalisasi desain pasif dan pemantauan kondisi termal secara berkala sebagai bagian dari evaluasi kinerja bangunan.

REFERENSI

- Amaripadath, D., Rahif, R., Velickovic, M., & Attia, S. (2023). A systematic review on role of humidity as an indoor thermal comfort parameter in humid climates. Dalam *Journal of Building Engineering* (Vol. 68). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106039>
- Elnaklah, R., Walker, I., & Natarajan, S. (2021). Moving to a green building: Indoor environment quality, thermal comfort and health. *Building and Environment*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107592>
- Emmanuel, R. (2005). Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: The Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment*, 40(12), 1591–1601. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.12.004>
- GBCI. (2016). *GREENSHIP Existing Building Version 1.1*. Green Building Council Indonesia.
- Khoshbakht, M., Gou, Z., Lu, Y., Xie, X., & Zhang, J. (2018). Are green buildings more satisfactory? A review of global evidence. Dalam *Habitat International* (Vol. 74, hlm. 57–65). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.02.005>
- Ravindu, S., Rameezdeen, R., Zuo, J., Zhou, Z., & Chandratilake, R. (2015). Indoor environment quality of green buildings: Case study of a LEED platinum certified factory in a warm humid tropical climate. *Building and Environment*, 84, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.11.001>
- Yu, Z., Fung, B. C. M., Haghghat, F., Yoshino, H., & Morofsky, E. (2011). A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. *Energy and Buildings*, 43(6), 1409–1417. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.002>