

ANALISIS KENYAMANAN TERMAL RUANG DOSEN MENGGUNAKAN CBE *THERMAL COMFORT*

Siti Nurazizah¹, Baju Arie Wibawa²

¹ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

² Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email: upgris@upgris.ac.id

ABSTRACT

One of the important things needed to maximize lecturer performance is to maintain the level of thermal comfort in the room. This study measures and analyzes the comfort level of the existing room so that it can be seen the conditions and improvement efforts that can be made. This research uses quantitative methods with descriptive and evaluative methods. The analysis tool uses comparisons with SNI and simulations using the CBE Thermal Comfort Tool application. The results of comparative evaluation on SNI show that the effective temperature and humidity are in "Warm Comfort on the upper threshold". From the CBE Thermal Comfort simulation, the room comfort level is only reached at 08.00-10.00 hours, the rest is no longer achieved room comfort. The simulation of changing the user's metabolic function from working while sitting to standing and walking results in a value that is also uncomfortable. The next simulation shows that the change in the use of the wearer's clothes from short shirts with trousers to long pants and long shirts as well as trousers and double shirts (jackets / blazers) results in a comfort value outside the comfort zone again.

Keywords: Thermal Comfort; temperature; humidity; CBE

ABSTRAK

Salah satu hal penting yang dibutuhkan dalam memaksimalkan kinerja dosen yaitu dengan menjaga tingkat kenyamanan termal di dalam ruang. Penelitian ini melakukan pengukuran dan analisis tingkat kenyamanan ruang yang ada sehingga dapat diketahui kondisi dan upaya perbaikan yang dapat dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan metode deskriptif dan evaluatif. Alat analisis menggunakan komparasi dengan SNI serta simulasi menggunakan aplikasi CBE Thermal Comfort Tool. Hasil evaluasi komparasi terhadap SNI menunjukkan bahwa temperatur efektif dan kelembaban ruang berada pada "Hangat Nyaman pada ambang atas". Dari simulasi CBE Thermal Comfort, tingkat kenyamanan ruang hanya tercapai pada jam 08.00-10.00, selebihnya kenyamanan ruang tidak tercapai lagi. Simulasi perubahan fungsi metabolisme pengguna dari bekerja sambil duduk menjadi berdiri dan berjalan menghasilkan nilai yang juga tidak nyaman lagi. Simulasi selanjutnya bahwa perubahan penggunaan baju pengguna dari baju pendek dengan celana panjang menjadi celana panjang dan baju panjang serta celana panjang dan baju dobel (jas/blazer) menghasilkan nilai kenyamanan di luar zona nyaman lagi.

Kata kunci: kenyamanan termal; temperatur; kelembaban; CBE

PENDAHULUAN

Iklim tropis merupakan iklim yang terjadi pada daerah dengan letak astronomis pada 23,5° lintang utara hingga 23,5° lintang selatan. Iklim tropis memiliki ciri utama yaitu memiliki temperature yang tergolong tinggi rata-rata tidak dibawah 20°C. Berdasarkan letak geografis, iklim tropis terbagi menjadi 2 yaitu tropis kering dan tropis lembab. Iklim tropis lembab adalah daerah yang secara geografis berdekatan dengan perairan (Lippsmeier, 1994).

Kota Semarang memiliki iklim tropis dengan pola musim penghujan dan kemarau. Rata – rata suhu tahunan di Kota Semarang sebesar 28°C. Suhu tertinggi yang pernah terjadi di Kota Semarang adalah 39°C. Radiasi matahari yang relatif tinggi juga mengganggu dapat mengganggu kenyamanan dalam ruang, terutama bila orientasi bukaan jendela yang direncanakan kurang memperhatikan dampak radiasi ini. Kenyamanan manusia di dalam suatu bangunan dapat dibedakan menjadi kenyamanan termal/suhu, kenyamanan visual/cahaya dan kenyamanan akustik/suara.

Kenyamanan termal merupakan salah satu hal penting untuk memberikan tingkat pengaruh kenyamanan pada manusia. Kegiatan produktifitas di dalam ruangan tentu memerlukan suhu yang nyaman. Sensori didalam tubuh manusia tanpa di sadari melakukan deteksi terhadap lingkungan baik itu suhu, bau, suara dan rasa. Saat manusia merasakan panas atau dingin sensori memberikan informasi untuk tubuh, sehingga tubuh manusia bergerak untuk berbuat sesuatu agar merasa nyaman.

Menurut ASHRAE (*American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers*, 1989), kenyamanan termal merupakan kondisi dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperature lingkungannya, yang apabila digambarkan dalam konteks sensasi dimana seseorang tidak merasakan temperatur udara terlalu panas maupun terlalu dingin. Menurut ASHRAE (1989), kenyamanan termal dipengaruhi oleh 6 faktor diantaranya:

1. Temperatur Udara

Temperatur udara merupakan factor utama dari kenyamanan termal walaupun hal ini tergantung pada ciri perasaan subjektif dan kenyamanan berperilaku. Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut SNI 03-6572-2001 adalah 25,8 OC – 27,1 OC.

2. Kelembaban udara

Kelembaban udara relatif untuk daerah tropis menurut SNI 03-6572-2001 adalah sekitar 40% - 50%. Untuk ruangan yang memiliki kapasitas padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif yang dianjurkan adalah antara 55%-60%

3. Kecepatan Angin

Kecepatan udara yang baik menurut SNI 03-6572-2001 0,25 m/s. Kecepatan udara tersebut dapat dibuat lebih besar dari 0,25 m/s tergantung dari kondisi temperatur udara kering dalam ruang

4. Temperatur radiant

Radiasi matahari mempunyai pengaruh yang besar terhadap sensasi termal

5. Insulasi pakaian

Jenis dan bahan pakaian yang digunakan oleh individu dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal. Manusia dapat memilih dan menentukan jenis pakaian yang dikenakan sesuai kondisi lingkungan sekitar

6. Aktivitas

Segala aktivitas yang dilakukan manusia akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan metabolisme tubuh.

Ruang Dosen berfungsi sebagai ruang kerja bagi dosen yang dilengkapi dengan meja kerja dan kursi kerja untuk masing–masing dosen. Ruang dosen juga berfungsi sebagai ruang untuk mahasiswa dalam melakukan konsultasi dalam pembelajaran serta dapat digunakan

sebagai tempat penyimpanan dokumen-dokumen penting. Ruang dosen merupakan salah satu fasilitas penunjang yang sangat penting bagi dosen guna mengoptimalkan kinerja dosen dalam menyiapkan bahan ajar dan mengoreksi tugas mahasiswa. Di tengah pentingnya ruang dosen ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan seperti suhu/termal di dalam ruang, pencahayaan, sirkulasi, dan tata ruang.

Berkaitan dengan tingkat kenyamanan dan produktivitas para dosen di Universitas PGRI Semarang, maka kondisi bangunan eksisting ruang-ruang dosen perlu diteliti lebih lanjut terkait dengan bagaimana tingkat kenyamanan ruangnya?, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi mengenai upaya perbaikan-perbaikan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja dosen.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif dan evaluatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram (2008: 149). Metode deskriptif adalah sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan keadaan subjek atau objek dalam penelitian dapat berupa orang, lembaga, masyarakat dan yang lainnya yang pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau apa adanya. Metode penelitian evaluatif adalah suatu penelitian yang menuntut persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu adanya kriteria, tolok ukur atau standar yang digunakan sebagai pembanding bagi data yang diperoleh, setelah data tersebut diolah dan merupakan kondisi nyata dari objek yang diteliti.

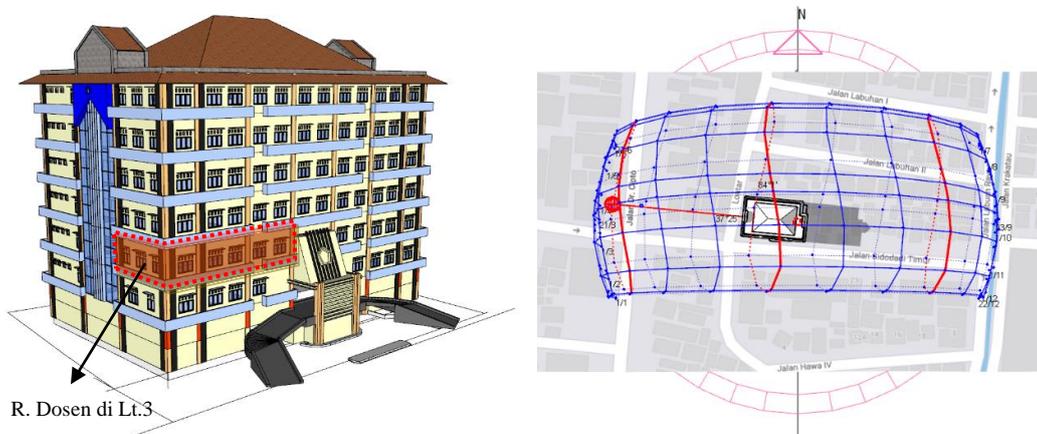
Metode pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat pengukur temperatur dan kelembaban yang memiliki data loger dan dilakukan dalam beberapa hari secara berturut-turut. Kompilasi dan pengolahan data dilakukan dengan eliminasi pada saat jam kerja efektif

ruangan. Selanjutnya analisis kenyamanan thermal dilakukan dengan menggunakan aplikasi CBE Comfort Tools dan komparasi terhadap SNI 03-6572-2001.

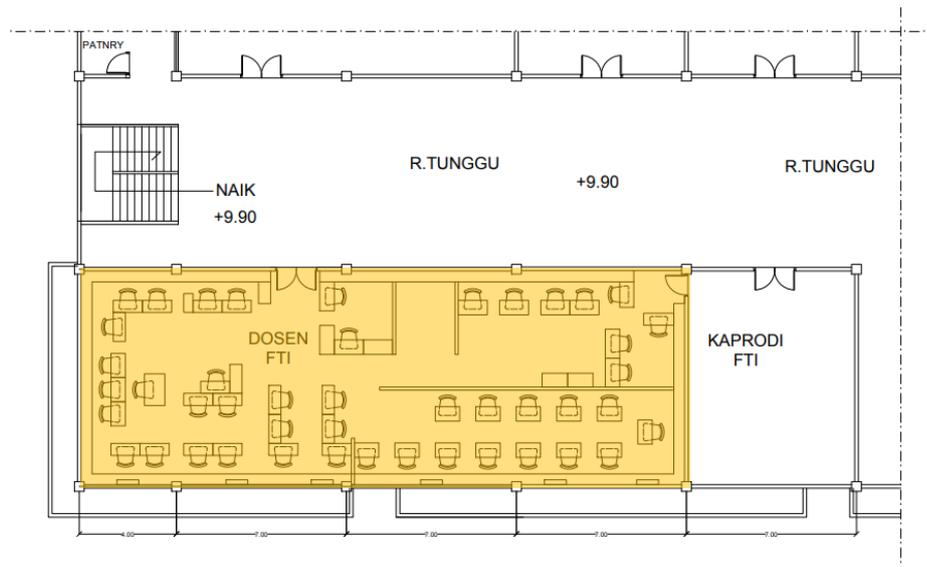
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Bangunan dan Ruang

Ruang Dosen Fakultas Teknik Dan Informatika Gedung Pusat lantai 3 Universitas PGRI Semarang. Lokasi Penelitian berada di Jalan Labuhan II, Karang Tempel, Kec. Semarang Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah. Gedung Pusat ini memiliki fungsi yang berbeda di setiap lantainya, lantai basement untuk parkir mobil, lantai satu untuk parkir sepeda motor, lantai 2 ruang pengelola, lantai 3 ruang dosen, lantai 4 sampai 6 ruang kuliah dan lantai 7 ruang pertemuan. Pengukuran hanya dilakukan di Ruang Dosen Fakultas Teknik dan Informatika Lantai 3 Gedung Pusat. Bangunan menghadap ke selatan, sehingga ruangan yang diteliti memiliki bukaan terbesar ke selatan dan sebagian ke barat.



Gambar 1: Bangunan dan orientasi arahnya



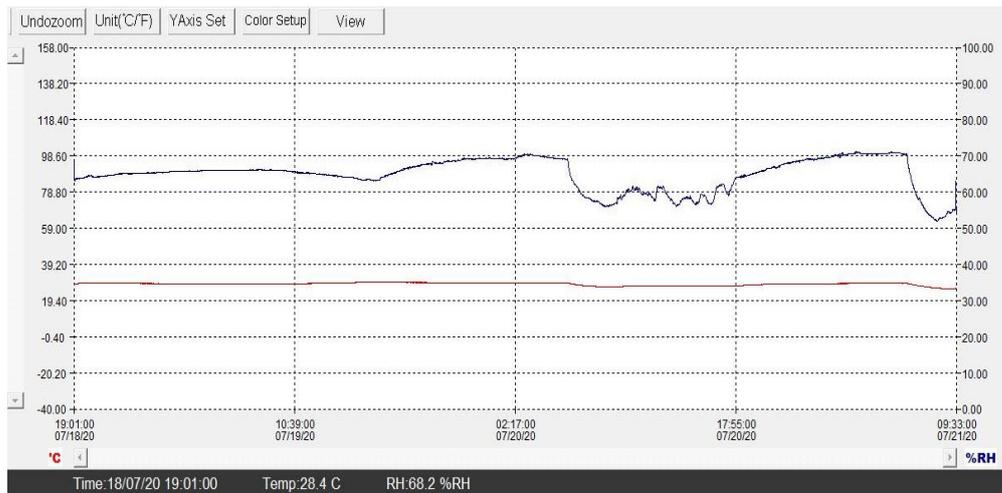
Gambar 2: Denah layout Ruang Dosen FTI



Gambar 3: Situasi R. Dosen FTI

Data Pengukuran

Pengukuran menggunakan alat pengukur suhu dan kelembaban yang dilengkapi dengan data logger dan disetting dapat merekam setiap 10 menit selama 24 jam pada tanggal 19 – 20 Juli 2020 di Ruang Dosen. Hasil lengkap data pengukuran ini dapat dilihat pada Gambar 4. Dari semua data yang terekam, maka data pengukuran yang digunakan tanggal 20 Juli 2020 dari pukul 08:00 WIB - 17:00 WIB dengan pertimbangan pada jam efektif kantor digunakan dan AC masih efektif bekerja.



Gambar 4: Grafik Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban 4 hari



Gambar 5: Letak titik alat ukur

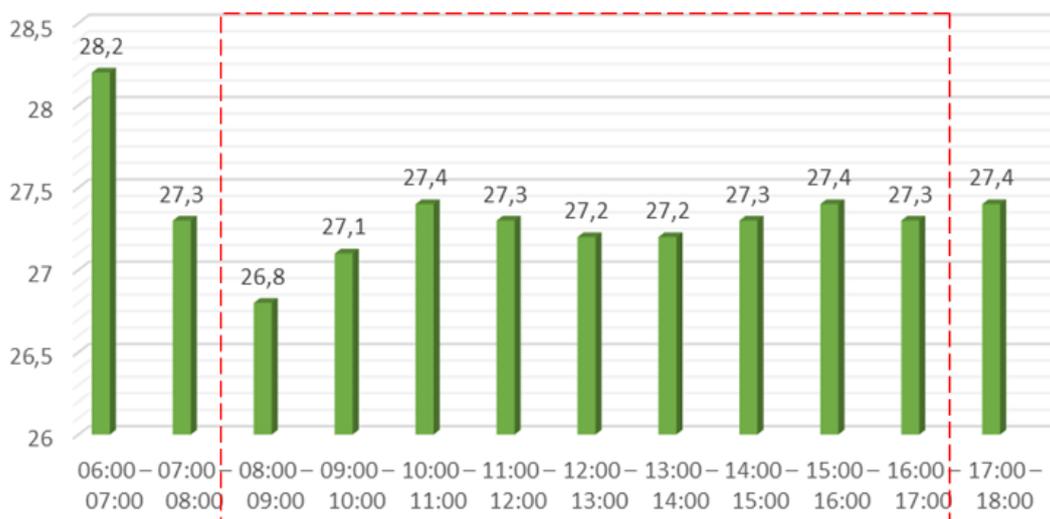
Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Pengukuran suhu dan kelembaban yang digunakan pada tanggal 20 Juli 2020 dengan kondisi cuaca cerah dan AC dihidupkan dari pukul 08:00–17:00 WIB. Dari data tersebut diambil nilai rata-rata setiap jamnya (lihat Gambar 1). Dari Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata suhu dan kelembaban yang didapat di setiap 1 jam dari pukul 08:00 WIB sampai 18:00 WIB. Suhu yang paling rendah pada pukul 08:00 – 09:00 WIB yaitu 26,8 °C dan suhu tertinggi pada pukul 15:00 – 16:00 WIB yaitu suhu 27,4 °C. Sedangkan kelembaban yang paling rendah

pada pukul 08:00 – 09:00 WIB yaitu kelembaban 56,5 %RH dan kelembaban tertinggi pada pukul 12:00–13:00 WIB yaitu 60,1 %RH.

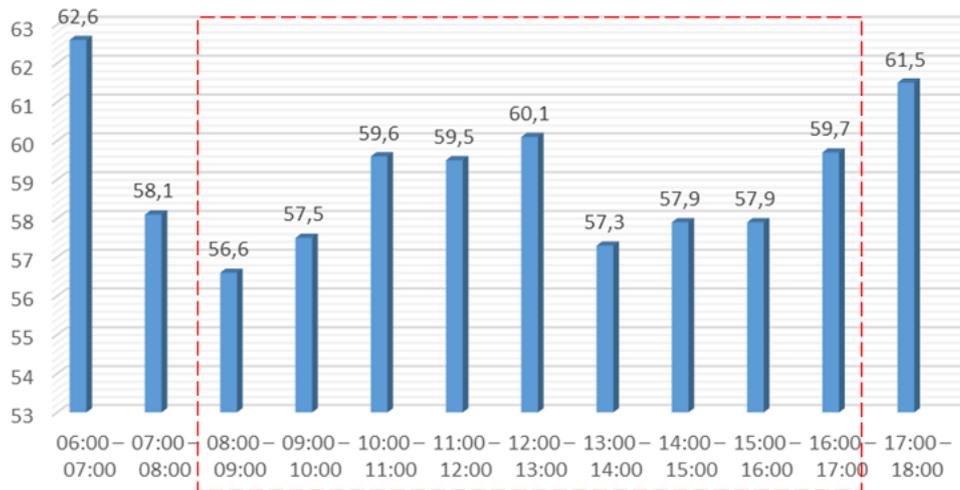
Tabel 1: Nilai rata - rata pengukuran suhu dan kelembaban

Pukul	Nilai rata - rata	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
08:00 – 09:00	26,8 °C	56,5 %RH
09:00 – 10:00	27,1 °C	57,5 %RH
10:00 – 11:00	27,4 °C	59,6 %RH
11:00 – 12:00	27,3 °C	59,5 %RH
12:00 – 13:00	27,2 °C	60,1 %RH
13:00 – 14:00	27,2 °C	57,3 %RH
14:00 – 15:00	27,3 °C	57,9 %RH
15:00 – 16:00	27,4 °C	57,9 %RH
16:00 – 17:00	27,3 °C	59,7 %RH



Gambar 6: Grafik rata-rata pengukuran Suhu

Gambar 8: Grafik rata-rata pengukuran Suhu



Analisis 1: Kenyamanan Thermal menurut SNI

Dari Tabel 1 hasil rata-rata pengukuran suhu dan kelembaban pada pukul 08:00 sampai 17:00 WIB masuk dalam batas kenyamanan termal Menurut SNI 03-6572-2001 di tingkat temperatur Hangat Nyaman Ambang Atas.

Tabel 2: Batas Kenyamanan Termal Menurut SNI 03-6572-2001

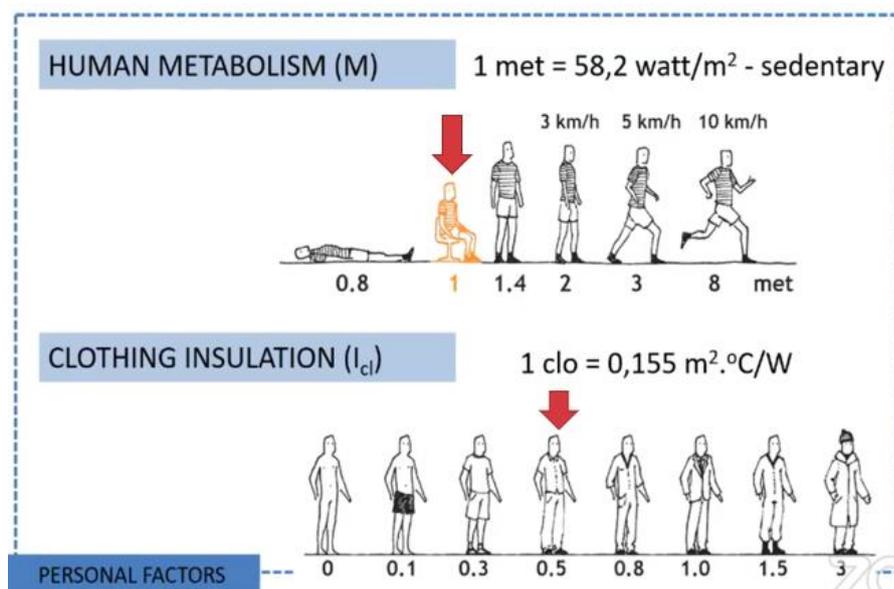
	Temperatur efektif (TE)	Kelembaban/RH (%)
Sejuk nyaman ambang batas	20,5°C TE - 22,8°C TE 24°C TE	50% 80%
Nyaman optimal ambang atas	22,8°C TE - 25,8°C TE 28°C TE	70%
Hangat nyaman ambang atas	25,8°C TE - 27,1°C TE 31°C TE	60%

Kondisi di atas menunjukkan bahwa kondisi temperatur ruangan selalu berada di atas 27,1°C, kecuali pada jam 08.00-09.00 wib yang berarti bahwa nilai kenyamanan temperaturnya berada di hangat nyaman pada bagian ambang atas.

Dari aspek kelembaban ruangnya, maka kondisi pada semua jam menunjukkan angka di bawah 60%, ini menunjukkan nilai kenyamanan kelembaban udaranya berada di hangat nyaman pada bagian ambang atas

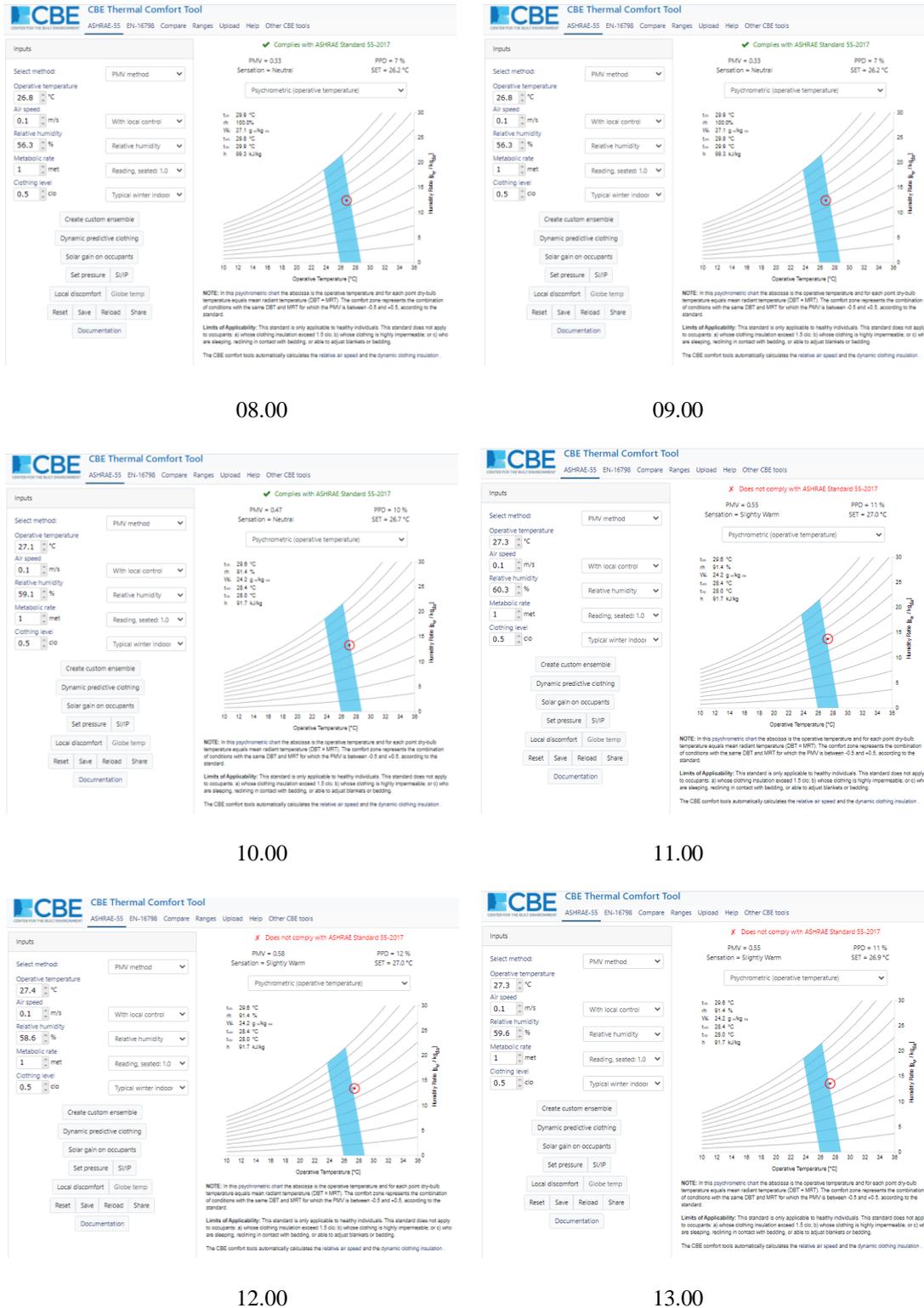
Analisis 2: Menggunakan CBE Thermal Comfort Tool

Analisis kenyamanan termal dengan aplikasi *CBE thermal comfort tool* dilakukan dengan menggunakan mode *psychrometric (operative temperature)* pada setiap jam dari hasil pengukuran. Simulasi dengan aplikasi awal menggunakan asumsi nilai human metabolisme 1 met untuk pengguna ruangan dengan posisi kerja sambil duduk, selanjutnya nilai *clothing insulation* sebesar 0,5 clo yaitu pengguna menggunakan celana panjang dan baju lengan pendek.



Gambar 7: Nilai metabolisme pengguna dan jenis pakaian yang digunakan

Dari hasil analisis simulasi dengan CBE thermal comfort dapat terlihat bahwa kenyamanan ruang hanya tercapai pada jam 08.00-10.00 wib, sedangkan pada jam 11.00-17.00 wib menunjukkan bahwa kondisinya di luar titik kenyamanan (lihat Gambar 8 dan Gambar 9).

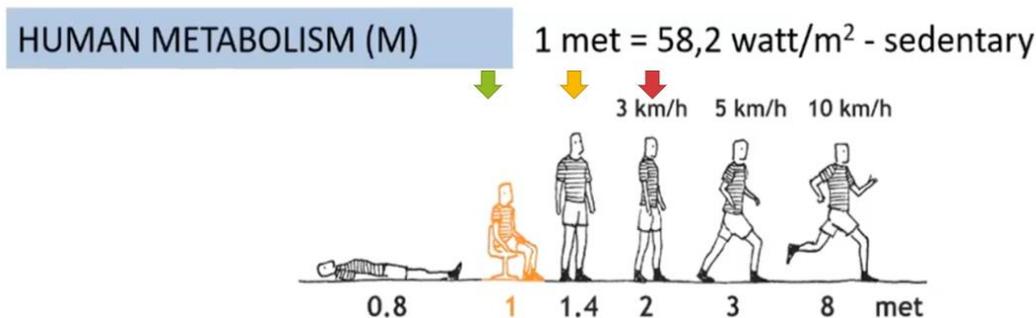


Gambar 8: Hasil analisis CBE Thermal Cormfort jam 08.00-13.00



Gambar 9: Hasil analisis CBE Thermal Cormfort jam 14.00-17.00

Dari analisis sebelumnya menunjukkan kondisi nyaman hanya terjadi jam 08.00-10.00 wib, selanjutnya dengan skenario perubahan aktivitas pengguna dari duduk menjadi berdiri dan berjalan (analisis jam 09.00 wib) hasilnya dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

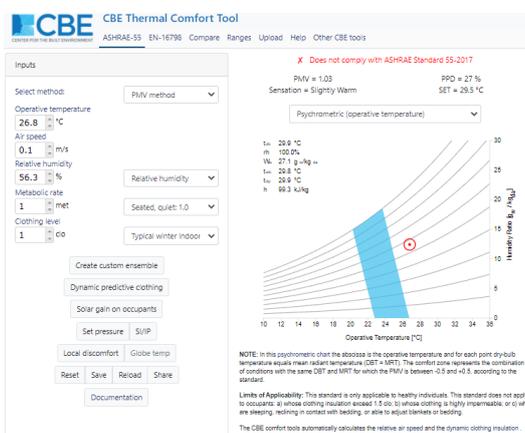


Gambar 10: Perubahan nilai aktivitas pengguna



Aktivitas duduk (1,0 met)

Aktivitas berdiri (1,4 met)

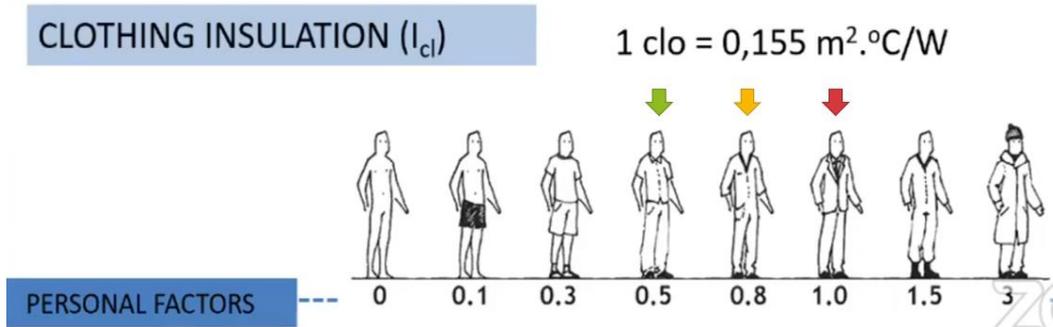


Aktivitas berjalan (2,0 met)

Gambar 11: Hasil analisis dengan perubahan aktivitas pengguna

Dari hasil di atas dapat terlihat bahwa tingkat kenyamanan ruang jam 09.00 wib yang awalnya nyaman, maka bila ada perubahan aktivitas dari duduk menjadi berdiri dan sambil berjalan maka tingkat kenyamanan ruangnya sudah tidak nyaman lagi.

Analisis selanjutnya adalah dengan skenario perubahan pakaian pengguna dari menggunakan celana panjang dan baju pendek menjadi celana panjang dan baju lengan panjang serta bila menggunakan celana panjang dan baju dobel/jas/blezer (untuk analisis jam 09.00 wib) hasilnya dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 13.

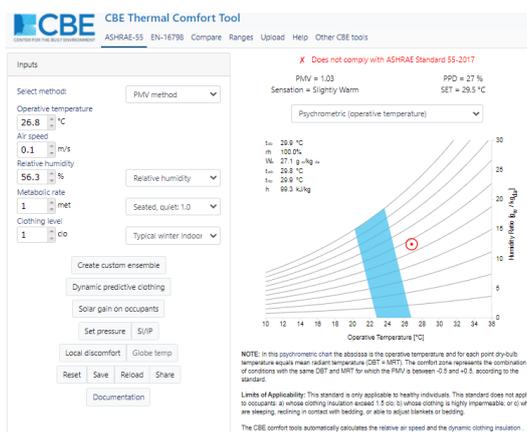


Gambar 12: Perubahan jenis pakaian pengguna



Celana panjang & baju pendek (0,5 clo)

Celana pendek & baju panjang (0,8 clo)



Celana panjang dan baju double/jas/blezer (1,0 clo)

Gambar 13: Hasil analisis dengan perubahan jenis pakaian pengguna

Dari hasil analisis ini terlihat bahwa tingkat kenyamanan pada jam 09.00 wib yang awalnya tercapai pada kondisi eksiting, maka pakaian pengguna berubah menjadi menggunakan celana

panjang dan baju panjang (0,8 clo) menjadi tidak nyaman lagi, hal ini juga terjadi ketika pengguna menggunakan celana panjang dan baju double seperti jas atau blazer (1,0 clo).

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengukuran, data temperatur adalah antara 26,8-27,4⁰C, titik terendah terjadi jam 09.00 ketika AC sudah efektif bekerja dan pengguna belum banyak yang datang, dan tertinggi jam 10.00 wib ketika pengguna terbanyak serta jam 15.00-17.00 saat matahari sore maksimal masuk ke dalam bangunan. Data kelembaban adalah 56,6–61,5%, terendah terjadi jam 08.00 ketika AC sudah mulai dinyalakan dan pengguna belum datang, dan tertinggi 12.00 saat pengguna dan mahasiswa hadir terbanyak serta jam 17.00 saat matahari sore maksimal masuk ke dalam bangunan.

Hasil evaluasi komparasi terhadap SNI menunjukkan bahwa tingkat kenyamanan ruang berada pada temperatur efektif “Hangat Nyaman pada ambang atas”, kemudian tingkat kenyamanan ruang berada pada Kelembaban RH juga berada pada tingkat “Hangat Nyaman pada ambang atas”.

Melalui analisis menggunakan CBE Thermal Comfort diperoleh hasil bahwa tingkat kenyamanan ruang hanya tercapai pada jam 08.00-10.00 wib, selebihnya menunjukkan bahwa tingkat kenyamanan ruang tidak tercapai lagi. Analisis lanjutan pada jam 09.00 wib yang awalnya nyaman, maka bila dilakukan simulasi perubahan fungsi metabolisme (*metabolism rate*) pengguna di luar bekerja sambil duduk (1,0 met) menjadi sambil berdiri (1,4 clo) atau berjalan (2,0 clo) menghasilkannya nilai yang juga tidak nyaman lagi. Analisis berikutnya dengan simulasi perubahan penggunaan baju pengguna (*cloth*) dari baju pendek dengan celana panjang (0,5 clo) menjadi celana panjang dan baju panjang (0,8 clo) serta celana panjang dan baju double (jas/blazer) menghasilkan nilai kenyamanan di luar zona nyaman lagi.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat terlihat bahwa tingkat kenyamanan ruang dosen FTI UPGRIS ini berada pada ambang batas atas nyaman, sehingga perlu pengaturan setting temperatur AC yang sedikit lebih dingin, sehingga kenyamanan ruang dapat lebih tercapai, sehingga bila terjadi perubahan jenis aktivitas dan jenis pakaian pengguna tetap dapat memberikan tingkat kenyamanan yang baik. Penggunaan sistem door closer untuk pintu juga dapat membantu menjaga temperatur dalam, sehingga kebocoran-kebocoran udara dingin yang keluar dapat dibatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2009). *Handbook of Fundamental*. USA: ASHRAE.
- Beckett, HE., Godfrey, JA. (1974). *Windows: Performance, Design, and Installation*. New York: Van Nostrand Reinhold Co
- James R. 2008. *Aspek Kenyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam*: jurnal sains dan teknologi EMAS, 18(3):192.
- Lechner, Norbert. 2001. *Heating, Cooling, Lighting : Design Methods for Architects* : 76
- Lippsmeier, Georg. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga
- SNI. 2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*. Jakarta : BSN
- SNI 03-6572-2001. (2001). *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Tartarini, F., Schiavon, S., Cheung, T., Hoyt, T., 2020. CBE Thermal Comfort Tool : online tool for thermal comfort calculations and visualizations. *SoftwareX* 12, 100563.
- Wibawa, B.A, 2017, *Optimalisasi Bukaan Dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis OTTV dan Sun Shading*, Jurnal Modul Vol 17, No 2, UNDIP, Semarang