

Kajian *Thermal Performance* pada Gymnasium UI, Depok

Thermal Performance Study on Gymnasium UI, Depok

Muhammad Nadzir¹⁾, Wafirul Aqli²⁾

Program Studi Arsitektur Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27
kec. Cempaka Putih, Jakarta Pusat 10510

¹⁾2014467011@ftmuj.ac.id, ²⁾wafirul.aqli@ftumj.ac.id

[Diterima 13/11/2020, Disetujui 26/12/2020, Diterbitkan 31/2/2020]

Abstrak

Kajian ini meneliti *thermal performance* dari bangunan Gymnasium UI. Bangunan olahraga merupakan bangunan fasilitas publik yang sangat dibutuhkan dalam menunjang aktifitas masyarakat modern, maka bangunan ini perlu dirancang dengan sebaik mungkin. Untuk mengukur tingkat *thermal performance* secara kredibel, harus menggunakan prosedur pengukuran yang terstandarisasi internasional. Standar pengukuran yang sering digunakan adalah ASHRAE *standard 55*. ASHRAE *standard 55* ini mengidentifikasi apa saja yang harus diukur dan bagaimana pengukurannya untuk melihat kenyamanan bangunan terhadap penggunanya. Kajian ini akan menitik beratkan pada *Thermal Analysis* dan *Solar Exposure* beserta dampak terhadap kenyamanan dalam ruang pada saat bangunan diteliti. Grafik *Psychrometric Chart* menunjukkan tingkat kenyamanan dalam ruang para pengguna Gymnasium UI berada pada suhu berkisar antara 22 sampai 27 Celsius. Analisa 3D model pun menunjukkan pemanasan suhu permukaan lantai paling tinggi mencapai 24 Celsius. Kedua hal ini memenuhi rekomendasi standar ASHRAE dalam kenyamanan termal dalam ruang. Tercapainya rekomendasi standar tersebut membuat pengguna Gymnasium UI dapat beraktifitas secara nyaman selama berolahraga didalam bangunan dengan mengandalkan bukaan ventilasi udara alami dan hanya sedikit sekali memerlukan penghawaan buatan.

Kata kunci: ASHRAE *Standard 55*, Bangunan Olahraga, Gymnasium UI, Kenyamanan Termal, *Thermal Performance*

Abstract

This study examines the thermal performance of Gymnasium UI. The sports building is a public facility building that is critical to support modern society activities, so the building needs to be well-designed. To credibly measure the level of thermal performance, international standardized measurement procedures need to be used. A well-known measurement standard is ASHRAE standard 55. The ASHRAE standard 55 identifies what should be measured and how to measure it to see the comfort of a building for its users. This study will focus on Thermal Analysis and Solar Exposure along with the impact on indoor comfort at the time the building is studied. The Psychrometric Chart shows the indoor comfort level of Gymnasium UI users at temperatures ranging from 22 to 27 Celsius. Analysis of the 3D model also shows that the highest floor surface temperature heating reaches 24 Celsius. Both meet the ASHRAE standard recommendations for indoor thermal comfort. The achievement of these standard recommendations allows Gymnasium UI users to carry out activities comfortably while exercising in the building by relying on natural air ventilation openings and requiring very little artificial air conditioning.

Keywords: ASHRAE *Standard 55*, Sports Building, Gymnasium UI, Thermal Comfort, *Thermal Performance*

©Arsir : Jurnal Arsitektur
p-ISSN 2580-1155
e-ISSN 2614-4034

Pendahuluan

Saat berada pada sebuah stadion olahraga *indoor*, menyaksikan pertandingan olahraga secara langsung dengan ratusan bahkan ribuan orang didalamnya, mungkin beberapa orang langsung merasakan ketidaknyamanan pada suhu dalam ruang, bahkan mereka bisa merasa sangat gerah. Kenyamanan termal mempengaruhi kinerja pengguna bangunan karena manusia menginginkan kondisi yang nyaman dalam melaksanakan aktivitasnya (Yeny & Hidayat, 2019). Keadaan seperti ini menjadikan kebanyakan stadion *indoor* memiliki ventilasi yang cukup besar agar dapat menetralsir suhu udara didalam ruang, bahkan beberapa stadion ada yang menggunakan *air conditioner* untuk mengatur suhu dalam ruangan. Sedangkan penggunaan AC merupakan kebutuhan yang paling besar bahkan dapat mencapai 60% dari jumlah keseluruhan konsumsi listrik pada bangunan. Pengkondisian udara pada bangunan dapat menggunakan sistem pendinginan pasif agar penggunaan energi bangunan dapat lebih efisien (Yuliani & Setyaningsih, 2018).

Arsitek sebagai perancang bangunan, tidak hanya mengharuskan desain sebuah bangunan berfungsi baik untuk mewadahi kegiatan di dalamnya, memiliki estetika yang baik namun juga memenuhi tingkat kenyamanan tertentu maka dari itu perlu ada suatu standar pengukuran kenyamanan dalam ruang karena pada suatu bangunan. Maka ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) menyusun sebuah standar agar kinerja bangunan dalam hal ini kenyamanan dalam ruang dapat terukur secara jelas dan konsisten yaitu ANSI/ASHRAE Standard 55: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. ASHRAE Standard 55 kemudian menjadi standar yang umum dan dipakai diberbagai negara untuk mengukur kenyamanan dalam ruang. Dari standar tersebut dapat dikalkulasi apakah desain sebuah bangunan yang dirancang memenuhi kaidah-kaidah desain yang berkelanjutan secara terukur. Salah satu standar yang diuji dalam kajian ini yaitu rekomendasi standar ASHRAE dimana suhu dalam ruang yang nyaman bagi manusia adalah 22-27 Celsius, sedangkan suhu permukaan lantai dalam pada bangunan yang digunakan atau mengakomodasi kegiatan penggunanya adalah 19–29 Celsius.

Memahami kenyamanan termal yang sangat penting karena Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki tingkat kelembaban yang lebih tinggi dari pada negara beriklim subtropis. Sistem ventilasi yang tepat diperlukan untuk mencapai kondisi kenyamanan termal pada bangunan. Untuk efisiensi energi, penggunaan sistem ventilasi alami sangat direkomendasikan. Tapi kalau sistem alami ini tidak bisa lebih memuaskan kenyamanan pengguna, kemudian sistem ventilasi mekanis yang hemat energi bisa digunakan sebagai gantinya. Oleh karena itu desain sistem ventilasi, baik alami maupun mekanis adalah aspek penting dalam menghasilkan energi bangunan yang efisien dan nyaman (Hamzah, Rahim, Ishak, Latif, & Gou, 2018).

Kajian ini akan menitik beratkan pada *Thermal Analysis* dan *Solar Exposure* beserta dampak terhadap kenyamanan dalam ruang pada saat bangunan ini diteliti. Lingkup kajian akan dibatasi memfokuskan ke faktor-faktor lingkungan yang lebih terukur dan dapat disimulasikan dengan eliminasi faktor-faktor personal yaitu tingkat metabolisme dan tingkat insulasi pada pakaian seperti dijelaskan pada tabel 1. Pembatasan lingkup penelitian pada faktor lingkungan dilakukan karena data yang diperoleh menjadi lebih akurat terukur. Dengan fokus pada faktor lingkungan yang terukur melalui kalkulasi dan analisis *3D modelling* dari *software* Autodesk Ecotect dapat menghasilkan data dan paparan tentang kenyamanan termal yang lebih objektif. Maka dari itu kajian *thermal performance* pada Gymnasium UI menjadi krusial untuk dibahas dalam penelitian ini untuk menjadi referensi di masa depan.

Metode Penelitian

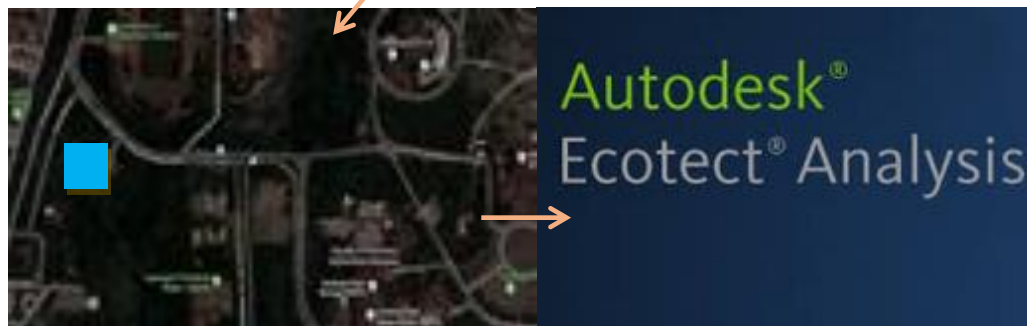
Metode penelitian pada kajian ini menggunakan metode kuantitatif. Kajian dalam penelitian ini berasal dari sampel pada bangunan yang telah ditentukan. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara acak, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/ statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2013). Kajian ini juga menggunakan pendekatan deskriptif yang merupakan metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku umum (Sugiyono, 2012).

Pada kajian ini, peneliti menggunakan ANSI/ ASHRAE *Standard 55* dengan analisa *3D modelling* dari bangunan Gymnasium UI yang dikaji dengan *software* Autodesk Ecotect dengan prosedur penelitian terangkum pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Standar *Thermal Performance*

Standar <i>Thermal Performance</i>			
No.	Faktor yang mempengaruhi <i>thermal performance</i>	Kategori	Standar
1	Tingkat Metabolisme (dikecualikan)	Faktor Personal	ANSI/ ASHRAE 55
2	Tingkat Insulasi pada Pakaian (dikecualikan)		
3	Temperatur Udara	Faktor Lingkungan	
4	Kecepatan Udara (dikecualikan)		
5	Temperatur Rata-Rata Radiasi		
6(ASHRAE, 2004)	Kelembaban Relatif		

(Sumber: Penulis, 2019)



Hasil Interpretasi

Kesimpulan

Hasil dan Pembahasan

Objek dalam kajian ini adalah Gymnasium UI yang terletak pada kawasan Universitas Indonesia, Depok. Gymnasium UI beralamat Jalan Prof. DR. Ir. Somantri Brodjonegoro, Kukusan, Beji, Kota Depok, Jawa Barat.

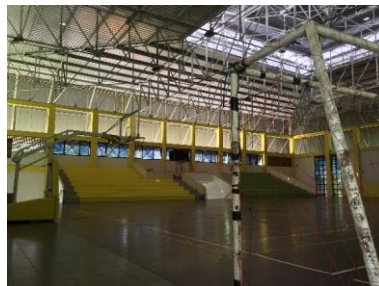


Gambar 1. Peta Lokasi Gymnasium UI (Sumber: <http://bit.ly/3mD38Af>, 2019)



Gambar 2. Tampak Depan Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Dimana lokasi tersebut merupakan lokasi yang memiliki iklim tropis dengan temperatur sepanjang tahun rata-rata tertinggi pada 32 Celsius dan terendah pada 23 Celsius. Kota Depok memiliki kelembaban relatif 59%. Lapangan utama pada bangunan olahraga *indoor* ini termasuk bangunan multifungsi karena terdapat beberapa bidang olahraga yang difasilitasi selain utamanya adalah untuk olahraga basket, lapangan ini dapat digunakan menjadi lapangan olahraga voli dan olahraga badminton.



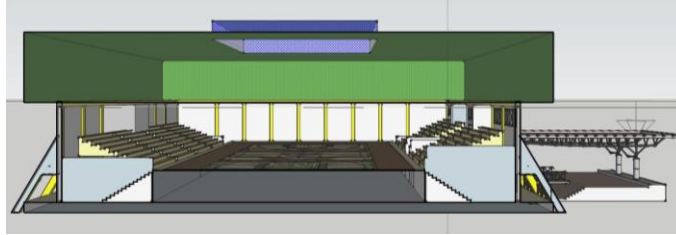
Gambar 3. Suasana lapangan dalam Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Luas bangunan Gymnasium UI ini adalah $\pm 792 \text{ m}^2$. Bangunan olahraga *indoor* ini menggunakan penghawaan alami berupa ventilasi rooster bata maupun bukaan jendela dan hanya menggunakan blower fan AC pada saat gymnasium digunakan pada kapasitas penuh sekitar 5000 orang.



Gambar 4. Ventilasi pada Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Bangunan ini memiliki ketinggian plafon dari lantai lapangan olahraga ± 11 meter.

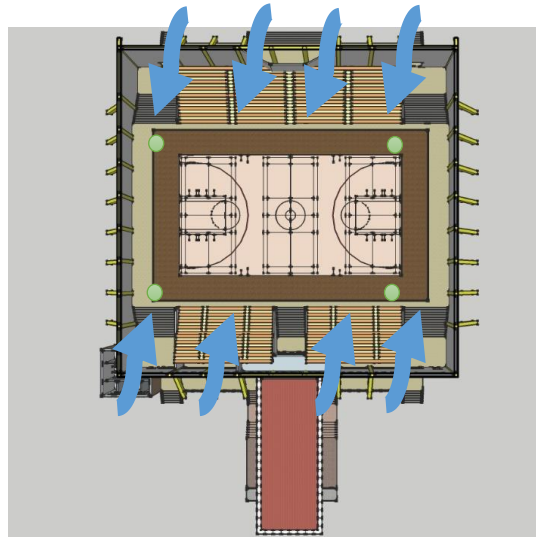


Gambar 5. Section Drawing 3D Model Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Tabel 2. Data Objek Penelitian

Data Objek Penelitian: Gymnasium UI		
Lokasi	Beji, Depok, Jawa Barat	
Iklim	Tropis	
Orientasi Bangunan	Menghadap Timur	
Ketinggian Plafond	± 11 meter	
Luas Bangunan	± 792 m ²	
Temperatur Lingkungan Sekitar Bangunan	23 – 32 Celsius	
Kelembaban Relatif Sekitar Bangunan	$\pm 56\%$	
Fungsi Utama	Hall Basket Indoor	
	saat tidak dalam kapasitas maksimal	saat Kapasitas Maksimal
Tipe Ventilasi	Alami (rooster bata dan jendela)	Alami (rooster bata dan jendela)
Dimensi dan Spesifikasi Ventilasi	Rooster Bata: 4 bukaan @ 1,4 x 3,5 meter Jendela: 24 buah @ 1,5 x 0,8 meter	Rooster Bata: 4 bukaan @ 1,4 x 3,5 meter Jendela: 24 buah @ 1,5 x 0,8 meter + Pada event atau acara tertentu menggunakan 4 Blower Fan AC merk Sharp daya 100 Watt atau setara (hasil wawancara penulis dengan narasumber, 2019)

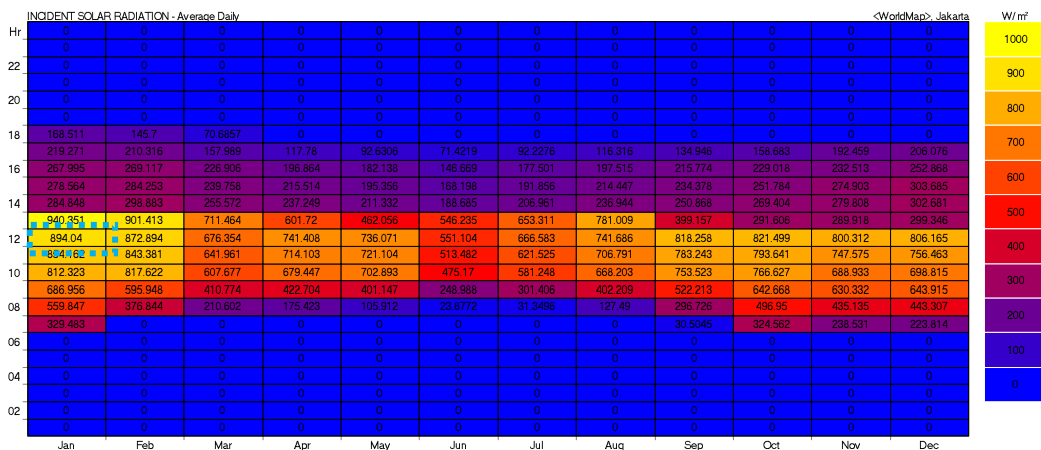
(Sumber: Penulis, 2019)



Gambar 6. Sirkulasi Udara pada Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

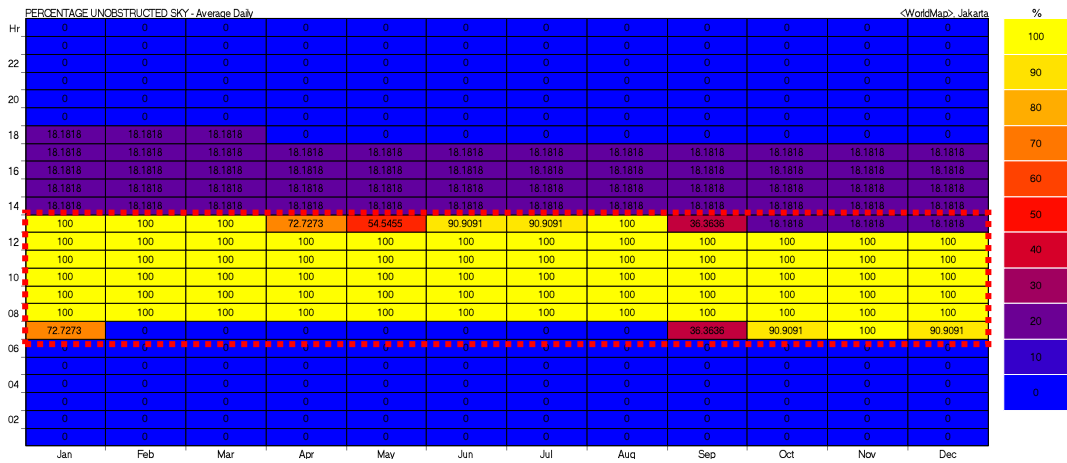
- : Sirkulasi Ventilasi Alami
- : Blower Fan AC

Analisa pada kajian menggunakan *software* Autodesk Ecotect Analysis 2011 akan menitik beratkan pada *Thermal Analysis* dan *Solar Exposure* (kedua fitur ini ada pada seksi kalkulasi di dalam perangkat lunak yang digunakan) yang akan disimpulkan dampaknya terhadap kenyamanan dalam ruang pada bangunan ini. Analisa akan diawali dengan analisa radiasi sinar matahari, dimana pada tabel radiasi penyinaran matahari secara langsung menunjukkan keadaan kadar penyinaran matahari di lokasi objek berada sepanjang hari dalam setahun. Terlihat paparan radiasi paling banyak terjadi pada jam 11:00 s/d 13:00 WIB dimana dapat mencapai $\pm 940 \text{ W/m}^2$ yang juga merupakan rata-rata paparan radiasi di DKI Jakarta.



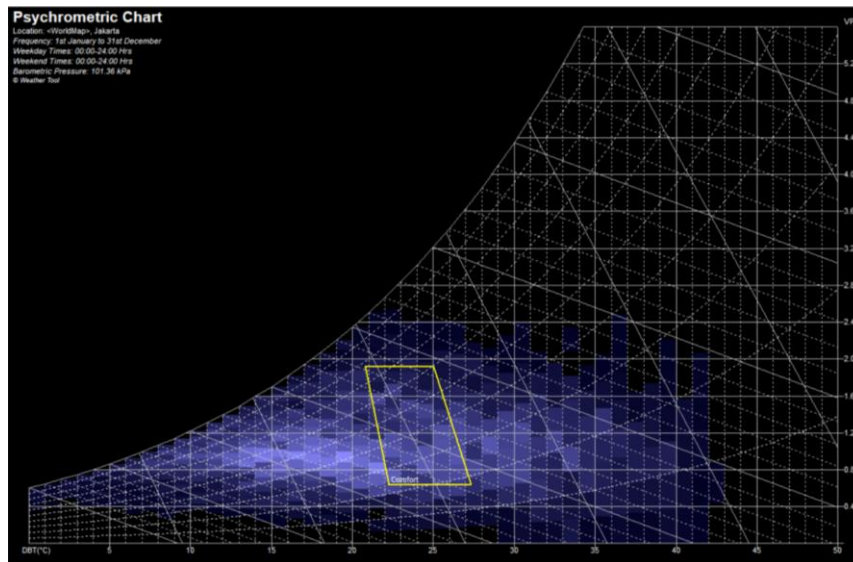
Gambar 7. Radiasi Energi Sinar Matahari pada Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Sedangkan pada gambar 8 menunjukkan paparan langsung penyinaran matahari secara langsung mencapai 100% yang berkisar pada jam 08:00 s/d 13:00 WIB.



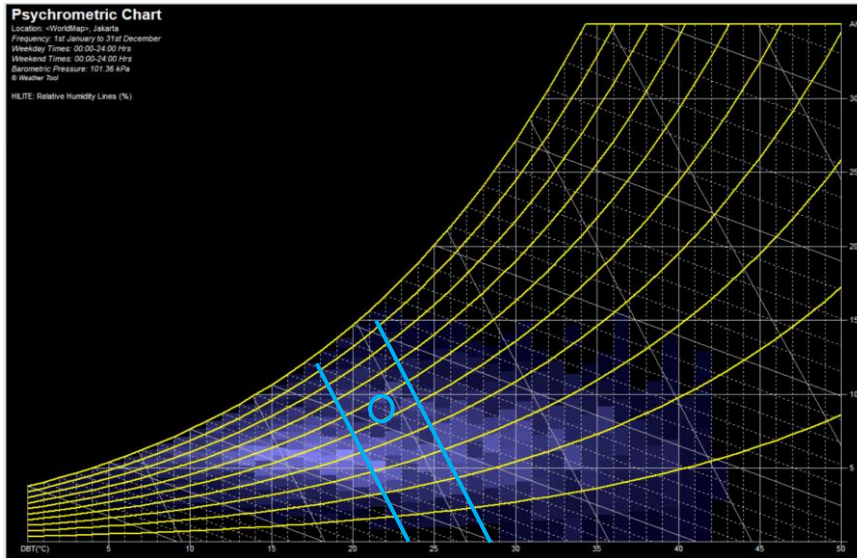
Gambar 8. Paparan Langsung Sinar Matahari Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Analisa dilanjutkan dengan *Psychrometric Chart* yang menunjukkan *comfort zone*/ tingkat kenyamanan manusia pengguna bangunan dalam hal ini pengguna Gymnasium UI berada pada suhu berkisar antara 22°C sampai 27 Celsius.



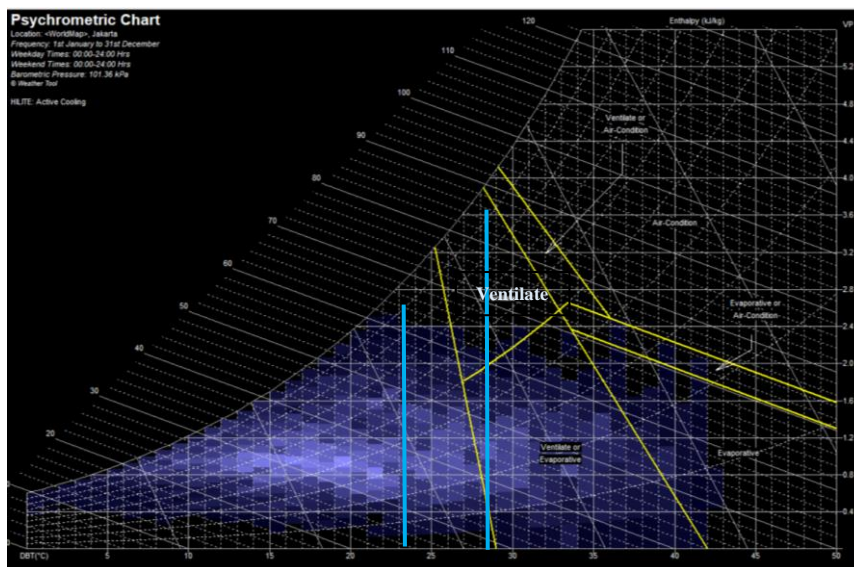
Gambar 9. *Comfort Zone* pada Lokasi Penelitian (Sumber: Penulis, 2019)

Gambar 10 menunjukkan *Psychrometric Chart* untuk kelembaban relatif pada tekanan barometrik 101.36 kPa (terukur sesuai ketinggian daratan lokasi Gymnasium UI berada). Dimana grafik menunjukkan kelembababan relatif dengan suhu nyaman dalam ruang pada 22 s/d 27 Celsius adalah berkisar 40-60%.



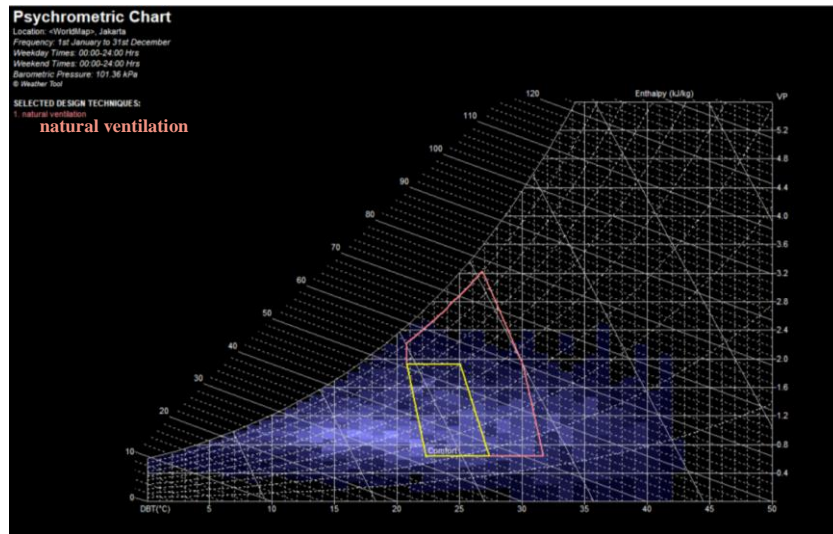
Gambar 10. Kelembaban Relatif pada Lokasi Penelitian (Sumber: Penulis, 2019)

Dilanjutkan dengan *Psychrometric Chart* untuk *Active Cooling Strategy* yaitu strategi pengaturan untuk kenyamanan manusia/ pengguna bangunan melalui bukaan alami maupun pengkondisian udara buatan dalam ruang/ bangunan. Terlihat pada grafik bahwa untuk suhu nyaman dalam ruang 22 s/d 27 Celsius sesuai dengan objek diteliti bahwa penggunaan ventilasi alami yang digunakan pada Gymnasium UI memang merupakan solusi penghawaan yang efektif untuk menjaga kenyamanan aktifitas pengguna yang berolahraga didalam bangunan.



Gambar 11. *Active Cooling Strategy* pada Lokasi Penelitian (Sumber: Penulis, 2019)

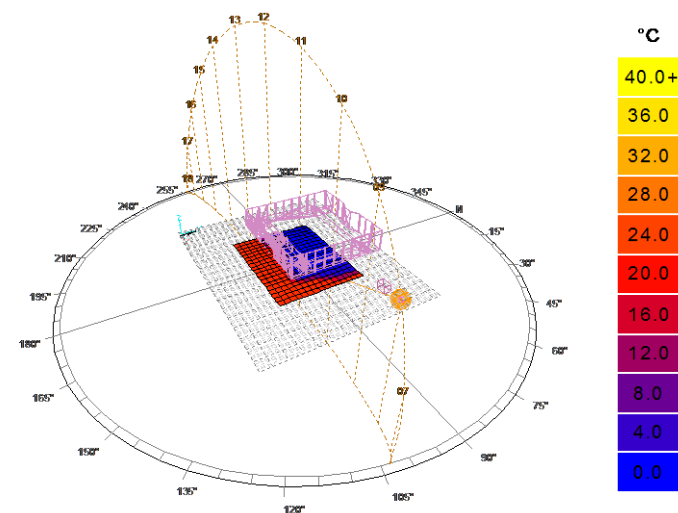
Juga dibuktikan pada *Psychrometric Chart* sesuai gambar 12, yang menunjukkan bahwa *natural ventilation* atau ventilasi alami masih sangat relevan dan cukup baik berfungsi untuk menjaga kenyamanan terhadap pengguna bangunan sampai dengan suhu 32 Celsius (suhu tertinggi tercatat pada lokasi Gymnasium UI).



Gambar 12. Selected Design Technique untuk Objek Penelitian (Sumber: Penulis, 2019)

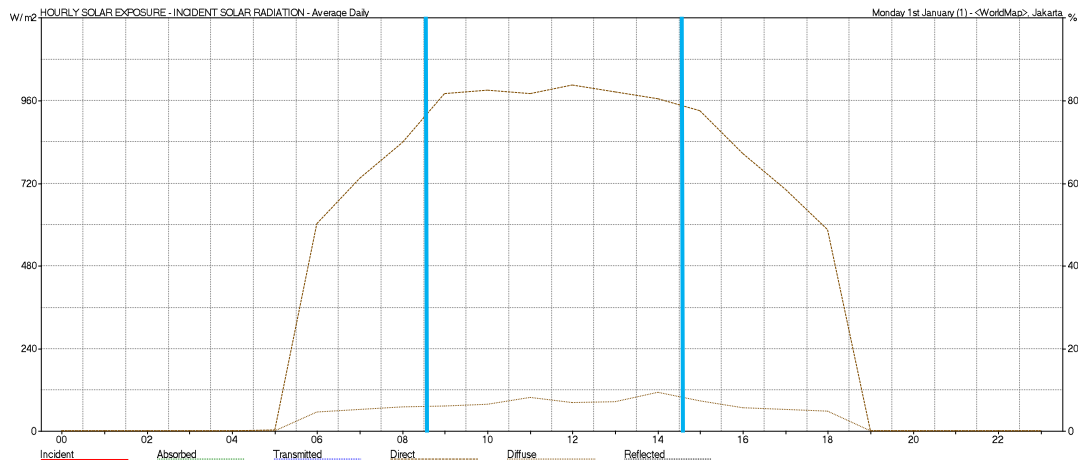
Untuk analisa selanjutnya, kalkulasi dalam Ecotect dijalankan pada kondisi pemilihan hari terpanas (yaitu terkalkulasi di dalam *software* yaitu adalah pada 14 Pebruari) dan kondisi pengguna sedang berolahraga di dalam bangunan dalam kapasitas penuh yaitu dengan kepadatan hampir 0,5 orang/ m² (hal ini juga diatur di dalam *software*). Untuk penggunaan dalam kapasitas tidak maksimal asumsi kenyamanan termal dalam bangunan meningkat atau menjadi lebih baik. Selanjutnya, gambar 13 yang menunjukkan kenyamanan termal dalam ruang ditunjukkan oleh analisa dari *3D model* dari arah selatan bangunan mengalami pemanasan suhu permukaan lantai yang paling tinggi hingga mencapai berkisar 24 Celsius.

Thermal Comfort
Mean Radiant Temp
Value Range: 0.0 - 40.0 °C
© ECOTECT 14



Gambar 13. Thermal Comfort Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Selanjutnya pada Gambar 14, analisa termal menunjukkan paparan sinar matahari, baik secara langsung maupun menyebar. Paparan sinar matahari langsung maupun menyebar cenderung merata dimana hal ini terjadi pada jam 09:00 hingga 15:00 WIB. Gambar ini juga menggambarkan paparan sinar matahari langsung menyebar disekitar bangunan yang membuatnya menurun hingga sekitar 87,5%.



Gambar 14. Pancaran Sinar Matahari pada Gymnasium UI (Sumber: Penulis, 2019)

Simpulan

Keseluruhan kalkulasi adalah simulasi *3D modelling* dalam Autodesk Ecotect dijalankan pada kondisi pemilihan hari terpanas (yaitu terkalkulasi adalah pada 14 Pebruari) dan kondisi pengguna sedang berolahraga didalam bangunan dalam kapasitas penuh yaitu dengan kepadatan hampir 0,5 orang/ m². Untuk penggunaan dalam kapasitas tidak maksimal asumsi kenyamanan termal dalam bangunan meningkat atau menjadi lebih baik. Dari hasil analisis dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Grafik *Psychrometric Chart* menunjukkan tingkat kenyamanan dalam ruang para pengguna Gymnasium UI berada pada suhu berkisar antara 22°C sampai 27 Celsius. Analisa *3D model* pun menunjukkan pemanasan suhu permukaan lantai paling tinggi mencapai 24 Celsius. Kedua hal ini memenuhi rekomendasi standar ASHRAE dalam kenyamanan termal dalam ruang.
- Grafik *Psychrometric Chart* mengukur kelembaban relatif pada Gymnasium UI berkisar pada 40-60%. Didukung *chart* selanjutnya, hal ini menunjukkan kenyamanan manusia/ pengguna bangunan melalui bukaan alami dalam ruang/ bangunan memang merupakan strategi yang paling efektif yang hanya jarang sekali memerlukan *air-conditioning* untuk menjaga kenyamanan aktifitas pengguna yang berolahraga didalam bangunan. *Natural ventilation* atau ventilasi alami masih sangat relevan dan cukup baik berfungsi untuk menjaga kenyamanan pengguna bangunan.
- Dari hasil pengujian bangunan Gymnasium UI, maka desain bangunan olahraga *indoor* yang merupakan bangunan bentang lebar harus memiliki plafon yang cukup tinggi agar memberikan kenyamanan bagi penggunanya. Dalam hal ini, Gymnasium UI memiliki tinggi plafond ±11 meter.
- Untuk persentase bukaan, berupa ventilasi udara maupun jendela pada bangunan olahraga *indoor* ini kiranya tidak boleh <7% dari luas bangunan. Hal ini berdasarkan kalkulasi yang merujuk pada minimal bukaan yang dihitung pada bangunan Gymnasium UI.
- Dengan mengaplikasikan hal-hal tersebut didalam bangunan olahraga *indoor* yang penggunanya melakukan kegiatan aktif didalam bangunan, maka rekomendasi standar kenyamanan ASHRAE dapat tercapai. Pengguna Gymnasium UI pun dapat beraktifitas secara nyaman selama berolahraga didalam bangunan dengan mengandalkan bukaan ventilasi udara alami dan hanya sedikit sekali memerlukan penghawaan buatan.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wata'ala pencipta alam semesta atas rahmat, sehat dan karunia tiada terkira serta segenap terimakasih dihaturkan untuk semua dukungan dari berbagai pihak hingga laporan ini dapat dirampungkan. Dengan segenap kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Wafirul Aqli, ST., MSc. Selaku Dosen Pembimbing Penelitian yang memberikan masukan, bimbingan dan pengarahan kepada penulis hingga selesainya penelitian ini.
2. Ibu Finta Lissimia ST.,MT. Selaku Dosen Pembimbing Kajian Literatur atas masukan dan bimbingannya dalam penyusunan Jurnal ini.
3. Kedua orang tua beserta adik tercinta yang selalu mendoakan dan memberi dukungan hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- ASHRAE. (2004). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2013). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2013, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2017). *ANSI/ASHRAE Standard 55-2017 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE.
- Hamzah, B., Rahim, M. R., Ishak, M. T., Latif, S., & Gou, Z. (2018). Thermal Performance of Naturally Ventilated Classroom in the Faculty of Engineering Hasanuddin University, Gowa Campus. *International Journal of Engineering and Science Applications*.
- Yeny, A., & Hidayat, M. S. (2019). KAJIAN PENGGUNAAN VENTILASI ALAMI TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS (Studi Kasus : Sdn Pondok Jagung 1 Tangerang Selatan). *Jurnal Arsitektur, Bangunan & Lingkungan*, 141-154.
- Yuliani, S., & Setyaningsih, W. (2018). The Impact of Thermal Performance on The Roof Surface to Energy Efficient of High-Rise Building in The Tropical Region. *Arsitektura*, 141-150.