

PENGARUH WARNA DAN TEKSTUR PADA RUANG TERHADAP PERSEPSI TERMAL SECARA ADAPTIF DENGAN TEKNOLOGI VIRTUAL REALITY

Wulani Enggar Sari¹, Yenny Gunawan², Paulina Kus Ariningsih², Heri Andoni³

*) Corresponding author email : wulani.enggar@unpar.ac.id

1.) Prodi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

2.) Prodi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi Informasi & Sains, Universitas Katolik Parahyangan

3.) Ahli Pertama Teknik Tata Bangunan dan Perumahan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

Abstract

Article info

MODUL vol 22 no 1, issues period 2022

Doi : 10.14710/mdl.22.1.2022.42-50

Received : 8th february 2021

Revised : 21st june 2022

Accepted : 24th june 2022

Bangunan mempunyai ruang yang dibentuk dari elemen pembentuknya. Setiap ruang memiliki aktivitas yang membutuhkan kenyamanan di dalamnya. Kenyamanan termal merupakan salah satu kebutuhan manusia dalam melakukan aktivitas di dalam ruang. Salah satu pemahaman kenyamanan termal adalah secara adaptif yang dipengaruhi oleh persepsi termal pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kenyamanan sebuah ruang dilihat dari relasi antara kondisi fisik ruang dan persepsi dari pengguna. Metode yang digunakan adalah eksperimental model uji dengan simulasi menggunakan alat Virtual Reality. Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran langsung data fisik dan pengisian kuesioner pada responden. Data fisik diolah dengan perhitungan operative temperature. Responden akan melihat eksplorasi elemen pembentuk ruang di dalam alat virtual reality untuk menghasilkan persepsi termal pada ruang. Persepsi termal dan virtual reality ini dilakukan supaya dapat dilakukan eksplorasi yang nantinya akan diarahkan pada desain. Variabel yang dilihat sebagai upaya eksplorasi desain adalah warna dengan temperatur rendah dan warna dengan temperatur tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Virtual Reality berhubungan dengan pada pembentukan persepsi termal sebuah ruang. Warna dari pembentuk elemen ruang juga mempengaruhi sensasi termal pengguna yang membentuk persepsi pengguna sesuai teori Adaptive Thermal Comfort.

Kata Kunci : *Adaptive Thermal Comfort*; Persepsi Termal; *Virtual Reality*

PENDAHULUAN

Kenyamanan penghuni dalam sebuah bangunan merupakan hal penting dalam sebuah perancangan arsitektur. Adaptivitas dalam arsitektur seringkali dimaksudkan sebagai kapasitas sebuah bangunan dalam merespon perubahan (Negroponte, 1975). Akan tetapi terdapat perspektif lain dalam melihat adaptivitas dalam arsitektur, yaitu *performance oriented architecture* yang menilai adaptivitas dari sudut pandang manusia sebagai pengguna. Performa ruang tentang kenyamanan termal dengan melihat penilaian terhadap adaptivitas ini dapat bersumber dari kebutuhan dan pengguna. Kebutuhan dari pengguna dan permintaan manusia bersumber dari persepsi manusia yang berasal dari faktor-faktor kompleks, dan juga formulasi dari persyaratan arsitektural.

Dibalik performa adaptif dari bangunan secara fisik terdapat persyaratan yang kompleks yang berdasarkan fenomena-fenomena dan kebutuhan dari pengguna. Oleh karena itu, ada banyak hal yang perlu ditelaah dalam perancangan strategi desain adaptif, tidak hanya dari sisi iklim, akan tetapi juga dari sisi permintaan penghuni, karena pada akhirnya penghuni bangunan adalah mereka yang menghuni bangunan dan kebutuhannya wajib terpenuhi oleh desain arsitektur. Dengan kata lain, konsep dari arsitektur adaptif adalah hubungan yang saling bergantung antara berbagai kebutuhan/permintaan dan kapasitas bangunan untuk memuaskan pengguna dalam kondisi iklim dan lingkungan yang berubah-ubah.

Dalam penelitian ini, hunian akan dijadikan objek penelitian. Hal ini dikarenakan hunian merupakan bangunan di mana ruangnya digunakan manusia dalam jangka waktu yang panjang setiap harinya, sehingga kenyamanan termal tentu sangat dibutuhkan penghuninya. Hunian apartemen tipe studio akan

dijadikan model simulasi untuk melihat persepsi termal.

Perkembangan teknologi saat ini, penelitian ini mencoba menggunakan Virtual Reality yang akan dimanfaatkan sebagai alat simulasi persepsi. Konsep persepsi termal dan *virtual reality* dilakukan agar penelitian lebih eksploratif dan tidak kaku. Dengan penggunaan *Virtual Reality*, dapat dihasilkan penelitian dari sesederhana kajian literatur (*thermal comfort-virtual reality*) sampai eksperimen yang benar-benar dilakukan dengan *virtual reality*.

KONTEN RISET

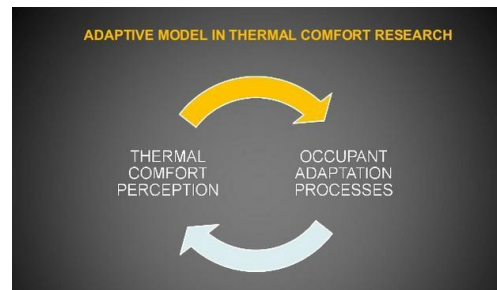
Kenyamanan Termal Adaptif

Iklim merupakan variabel yang sangat penting dalam arsitektur, terutama dalam menghadirkan kenyamanan termal penghuni dalam ruangan. Gangguan dari luar yang diakibatkan oleh iklim dapat berhubungan dengan banyak faktor seperti radiasi matahari, temperatur udara, aliran udara, dan kelembaban udara. Bangunan sebagai sarana perlindungan manusia sudah sewajarnya mampu beradaptasi dan berperan dalam merespon iklim.

Berdasarkan isu-isu kondisi lingkungan yang terkait dengan strategi *adaptive thermal comfort* untuk tujuan kenyamanan termal yang saat ini telah dipelajari, sebenarnya kenyamanan termal tidak hanya dapat dilihat dari sisi kondisi fisik saja, akan tetapi juga permasalahan tentang persepsi pengguna terhadap kondisi fisik bangunan (ruang) tersebut. Kondisi kenyamanan termal yang sama secara fisik, dapat dipersepsikan berbeda oleh penggunaanya terkait dengan elemen-elemen pembentuk ruang. Oleh karena itu, hal ini perlu ditelaah lebih dalam. Dalam penelitian ini akan dikaji korelasi antara elemen-elemen pembentuk ruang, yaitu warna dan tekstur terhadap persepsi termal di dalam ruang untuk dapat melihat adaptasi penghuni.

Dalam buku *Adaptive Thermal Comfort : Principles and Practice*, dari hasil sebuah survey mengenai kepuasan pengguna pada sebuah bangunan dengan fitur desain pasif, Griffiths (1990) menemukan bahwa memiliki kondisi temperatur yang pas merupakan salah satu hal yang dianggap penting pada sebuah bangunan yang dianggap oleh banyak responden.

Menurut Susana Gracia (2011) persepsi termal mempengaruhi proses adaptasi pengguna di dalam ruang. Kualitas udara juga merupakan hal penting lain yang menonjol dari hasil survey yang dilakukan. Subjektivitas mengenai kualitas udara berdasarkan penemuan oleh Croome dan Gan (1994) berhubungan erat dengan temperatur udara. Dengan kata lain, fitur penting pada bangunan terkait kepuasan pengguna bangunan berhubungan dengan temperature (skema 1).



Skema 1. Hubungan Persepsi Termal dengan Pengguna
Sumber : www.ucalgary.ca/evds

Tabel 1 merupakan Skala ASHRAE dari sensasi termal diterapkan dengan anggapan orang menemukan lingkungan termal mereka dapat diterima jika mereka memilih dalam tiga kategori utama

Tabel 1. Skala penilaian untuk Pengukuran Subjektif
(sumber : ASHRAE Thermal Comfort, Handbook of Fundamentals, 2001)

ASHRAE Scale	
-3	cold
-2	cool
-1	slightly cool
0	neutral
1	slightly warm
2	warm
3	hot

Penelitian mengenai persepsi visual dan termal terhadap ruang pernah dilakukan oleh Rosenlund (2018). Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penghuni cenderung lebih nyaman pada ruangan dengan bukaan besar walaupun kondisi *operative temperature* berada pada suhu yang tidak nyaman yaitu 30,8° C (gambar 1).

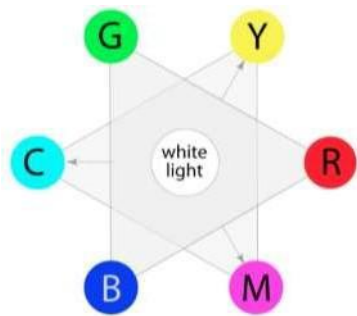


Gambar 1. Penelitian sejenis oleh Rosenlund (2018)

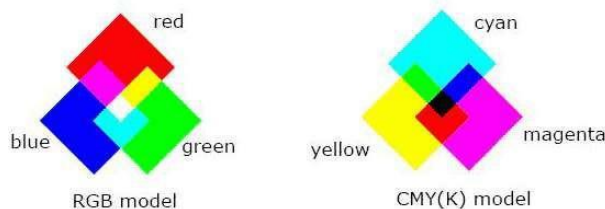
Hasil penelitian berupa anomali ini menjadikan persepsi termal dan visual menjadi hal yang menarik untuk diteliti.

Pengaruh warna terhadap persepsi termal dan *thermal comfort*

Warna, dalam teorinya, disebut sebagai *hue*. *Hue* sendiri terbagi menjadi 3 macam (gambar 2 dan 3), yaitu *paint hue* yang terdiri dari warna merah, kuning, dan biru, *light hue* yang terdiri dari warna merah, hijau, dan biru, atau bisa disebut dengan *RGB* (*red, green, blue*), dan *printing hue* yang terdiri dari warna *cyan, magenta*, dan kuning, atau bisa disebut dengan *CMY* (*cyan, magenta, yellow*).



Gambar 2. Diagram warna RGB dan CMY Sumber : www.leighcotnoir.com



Gambar 3. Diagram warna RGB dan CMY dan perpaduan masing-masingnya yang menghubungkan kedua tipe warna. (Sumber : www.csun.edu)

Terdapat dua sistem yang pada umumnya digunakan dalam penyusunan warna pada suatu bidang, yaitu *Prang Color System* dan *Munsell Color System*.

Dalam *Prang Color System*, psikologi warna dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Hue*, terkait dengan panas atau dinginnya (*temperature*) warna
2. *Value* (*luminosity*), terkait terang atau gelapnya warna
3. *Intensity* (*saturation*), terkait cerah atau redupnya warna

Color, atau warna, adalah sebuah elemen yang

melekat pada sebuah objek atau bidang objek yang mempengaruhi perilaku serta suasana perasaan manusia. Menurut Steven Holl (1993), dalam *Color, Light, Time*, permukaan yang *glossy* atau *matte*, juga warna yang *solid* atau yang *transparent*, dapat menciptakan persepsi yang berbeda.

Pengaruh tekstur terhadap persepsi termal dan *thermal comfort*

Tekstur/ kekasaran material (dinding) merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kondisi termal dalam ruangan. Tekstur dinding dalam ruangan mempengaruhi penyerapan dan pemantulan panas, yang tentu nantinya memiliki korelasi dengan kenyamanan termal. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Khadraoui (2018), dinding dengan tekstur yang lebih kasar menyerap dan menyimpan panas lebih besar dibandingkan dengan dinding yang bertekstur lebih halus.

Tekstur juga mampu mempengaruhi otak dalam membentuk persepsi visual. Tekstur ringan, tipis dan halus memberi kesan ruang yang lebih besar. Tekstur berat memberi kesan ruang menjadi terlihat lebih sempit (Chressetianto, 2013). Ruangan yang terkesan lebih sempit akan menimbulkan persepsi termal yang lebih panas dibandingkan ruangan yang terkesan lebih besar.

Tekstur juga berkorelasi dengan reflektivitas dan emisivitas. Semakin kasar tekstur maka nilai reflektivitas akan semakin kecil, sebaliknya semakin halus tekstur maka nilai reflektivitas akan semakin besar (Panjaitan, 2018). Berbanding terbalik dengan emisivitas, semakin kasar suatu permukaan maka nilai emisivitas akan mendekati angka 1, sebaliknya semakin halus suatu permukaan maka nilai emisivitas akan mendekati angka 0 (table 2).

Table 2. Contoh nilai reflektivitas terhadap tekstur yang berbeda-beda. (Sumber : Panjaitan, 2018)

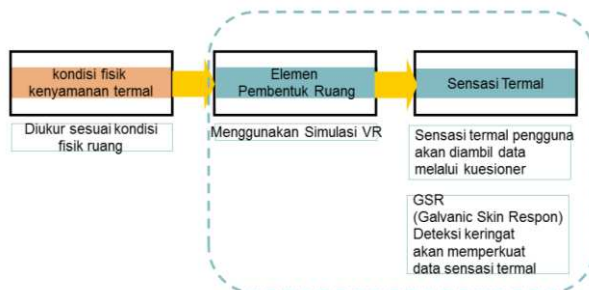
material	nilai refleksi (%)
gypsum board berwarna putih dengan tekstur halus	70~90
teritis beton berwarna abu-abu dengan tekstur cukup kasar	20~30
dinding beton berwarna abu-abu dengan tekstur cukup kasar	20~30
dinding dengan finishing cat putih dengan tekstur halus	80~90
keramik berwarna putih gading bertekstur halus	70~75
kayu berwarna coklat muda dengan tekstur cukup halus	6~12

Sebuah objek dengan emisivitas tinggi akan melepaskan lebih banyak panas bila dibandingkan dengan objek dengan emisivitas rendah pada suhu yang

sama (Michelle, 2015). Hal ini berarti semakin kasar/ bertekstur sebuah permukaan maka permukaan tersebut akan melepaskan lebih banyak panas yang menimbulkan persepsi termal yang lebih hangat dibandingkan permukaan dengan tekstur halus.

METODE DAN MATERIAL RISET

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan observasi lapangan, yang dilakukan dengan menggunakan alat *Virtual Reality* untuk melihat persepsi ruang tersebut terhadap termal. Variabel yang diamati sebagai eksplorasi ruang adalah warna dan tekstur ruang dengan sensasi termal ditetapkan berdasarkan teori *operative temperature*.



Gambar 4. Metode penelitian eksperimental

Metode penelitian dilakukan dengan melihat persepsi termal melalui alat *Virtual Reality* yang dikonfirmasi dengan kondisi lingkungan sekitar yang diperlihatkan melalui data fisik lingkungan dan data tingkat keringat dari responden (gambar 4)

Model uji berupa ruang apartemen didesain dengan menggunakan software *Sketchup*, dengan diterjemahkan pada *Virtual Reality* menggunakan *Kubity Go* di mana ruangan didesain dengan 4 tipe warna dan tekstur, yaitu: *duck egg blue*, *duck egg blue with texture*, *red cranberry zing*, *red cranberry zing with texture*. Pemilihan warna *duck egg blue* dan *red cranberry zing* didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Welitharage (2014) yang menjabarkan warna *duck egg blue* sebagai warna yang dingin dan warna *red cranberry zing* sebagai warna yang hangat.

Responden penelitian ini diambil usia antara 35-45 tahun dengan menggunakan baju sehari-hari yaitu kaos dan celana pendek dengan aktivitas duduk saat pengambilan data pada 4 (empat) model uji yang disediakan

Pengambilan data dilakukan di daerah Cimahi dan kabupaten Bandung Barat. Analisis dilakukan dengan melihat korelasi antara warna dan tekstur ruang terhadap persepsi kenyamanan termal penghuni. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan ruang uji pada *Virtual Reality*

Pemodelan ruang uji pada *Virtual Reality* dalam penelitian ini adalah bangunan (ruang) dengan fungsi hunian. Fungsi hunian dipilih karena umumnya penghuni menghabiskan waktu yang cukup panjang setiap harinya pada bangunan dengan fungsi hunian. Fungsi hunian yang dijadikan model berupa ruangan studio apartemen (gambar 10), Data-data responden akan diambil pada hunian mereka masing-masing.

2. Pengambilan data fisik lingkungan

Data termal lingkungan dilakukan dengan menggunakan alat *WBGT meter* dan *hot wire anemometer* (gambar 5). Pengambilan data akan dilakukan pada pagi, siang dan malam hari untuk melihat kondisi *operative temperature* (gambar 6).



Gambar 5. Alat pengambilan data fisik lingkungan (*WBGT meter* dan *hot wire anemometer*)



Gambar 6. Pengambilan data fisik Lingkungan

3. Pengambilan data persepsi

Skenario pengambilan data terdiri atas delapan tahapan untuk memperoleh data sensasi termal dari responden, antara lain:

1. Penjelasan singkat
2. Simulasi ruang pada *Virtual Reality* untuk memahami dan merasakan persepsi pada model uji

3. Mengisi kuesioner dan menuliskan tentang persepsi termal pada model uji
4. Pengulangan proses pengambilan data pada model uji yang lain

Persepsi termal dinilai dengan kuesioner dengan variabel sesuai ASHRAE yaitu *thermal sensation* dengan skala *cool* hingga *hot* dan *thermal judgement* (skala 0-100).

Konfirmasi data dan analisis akan diambil data tingkat keringat responden dengan menggunakan alat Deteksi Keringat yaitu Galvanic Skin Response (gambar 7 dan 8)



Gambar 7. Alat pengambilan Data Persepsi Thermal (Virtual Reality dan Alat Deteksi Keringat)

Perancangan ruang simulasi pada *Virtual Reality*

Simulasi pada *Virtual Reality* dirancang dengan mengubah warna dan tekstur ruang. Warna akan diambil berdasarkan teori *color temperature* yang akan menciptakan suasana berbeda pada ruang. Tekstur yang akan dieksplorasi adalah dinding yang dicat halus sesuai dengan warna yang diteliti, dan juga tekstur kasar di mana dinding akan diganti dengan menggunakan bata ekspos sesuai dengan warna yang diteliti.

Model Uji

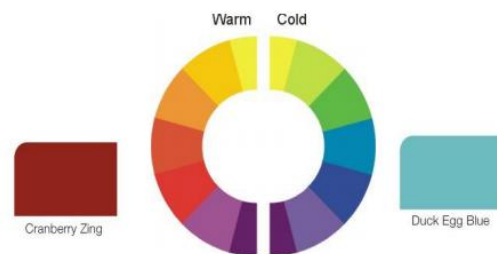
Model uji berupa ruang apartemen didesain dengan menggunakan *software Sketchup*, di mana ruangan didesain dengan 4 tipe warna dan tekstur, yaitu : *duck egg blue*, *duck egg blue with texture*, *red cranberry zing*, *red cranberry zing with texture*.

Pemilihan warna *duck egg blue* dan *red cranberry zing* didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Welitharage (2014) yang menjabarkan warna *duck egg*

blue sebagai warna yang dingin dan warna *red cranberry zing* sebagai warna hangat (gambar 9).



Gambar 8. Pengambilan data persepsi termal



Gambar 9. Warna yang merepresentasikan hangat dan dingin. Sumber : Welitharage (2014).

Pemilihan tekstur yang akan diteliti dibagi menjadi dua, yaitu tekstur polos dan tekstur kasar dengan bata ekspos sesuai warna ruang.

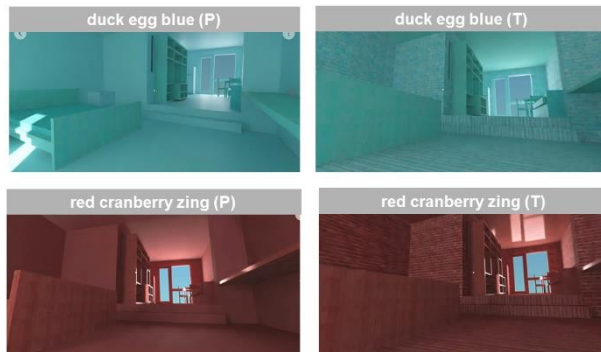
Proses setiap pengambilan data akan berlangsung selama kurang lebih 32 menit (belum termasuk *setting* dan pemasangan alat pada responden). Pengambilan data diambil 3 kali yaitu : pagi 08.00-09.00 ; siang 12.00-13.00 ; malam 17.00-18.00. Pengambilan data dilakukan pada bulan September dengan kondisi cuaca cerah. Pakaian yang digunakan adalah pakaian sehari-hari untuk aktivitas di rumah (santai berbahan kaos atau katun) sesuai gambar 10.

Metode Analisis

Analisis dilakukan dengan melihat kenyamanan termal yang melibatkan pengguna. Langkah analisis dilakukan dengan dua tahap, yaitu:

1. Penggunaan alat *Virtual Reality* dan *CSR* untuk melihat hubungan antara sensasi termal dan data fisik
2. Analisis persepsi termal pada model uji yang telah ditentukan dengan Anova

Persepsi termal berupa sensasi termal dan *thermal judgement* direkam melalui tanggapan responden terhadap kuesioner saat mengalami ruang melalui *Virtual Reality* (gambar 10).



Gambar 10. Empat tipe model uji yang akan dijadikan objek penelitian



Gambar 11. Tahapan Analisis Data

ANALISI DAN PENJELASANNYA

Hubungan *Operative Temperature* dan Sensasi Termal

Dari pengolahan data dengan menggunakan SPSS, *two way anova* menunjukkan adanya hubungan antara *Operative Temperature* dan sensasi termal. Hal ini berarti ada hubungan antara kondisi fisik dan persepsi melalui *Virtual Reality*, dan responden mengalami sensasi berbeda ketika melihat ruang yang berbeda pada model uji melalui *Virtual Reality*.

Table 4. Hubungan antara *OT* dan sensasi termal

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39.417 ^a	11	3.583	2.660	.013
Intercept	752.083	1	752.083	558.247	.000

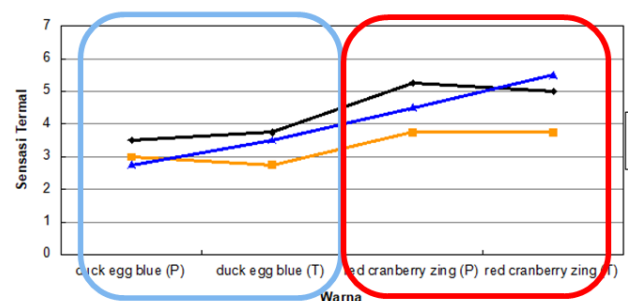
Tekstur	1.333	1	1.333	.990	.326
Warna	27.000	1	27.000	20.041	.000
Waktu	7.292	2	3.646	2.706	.080
Tekstur *	.083	1	.083	.062	.805
Warna					
Tekstur *	1.792	2	.896	.665	.521
Waktu					
Warna * Waktu	1.125	2	.563	.418	.662
Tekstur *	.792	2	.396	.294	.747
Warna * Waktu					
Error	48.500	36	1.347		
Total	840.000	48			
Corrected Total	87.917	47			

a. R Squared = .448 (Adjusted R Squared = .280)

Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa *Thermal Sensation* dengan warna menunjukkan hubungannya adalah 0 (persyaratannya adalah dibawah 0,05=signifikan), sehingga dapat diartikan bahwa terdapat hubungan antara *Operative Temperatur* dengan sensasi termal.

Pada gambar 12 dapat dilihat secara lebih detail hubungan antara sensasi termal dengan *operative temperature* pada waktu yang berbeda (pagi-siang-malam). Hasil yang dapat dilihat pada gambar:

1. Sensasi termal semakin mengalami perubahan (dingin menjadi hangat) dengan urutan model uji *duckegg blue* polos – *duckegg blue* tekstur – *red cranberry zing* polos – *red cranberry zing* tekstur.
2. *Setting operative temperature* pada malam hari menghasilkan sensasi termal yang lebih panas dibandingkan *setting* pada pagi dan siang hari.
3. *Setting operative temperature* pada pagi hari menghasilkan sensasi termal yang cenderung lebih panas dibandingkan *setting* pada siang hari, padahal angka *OT* pagi hari < siang hari.



— : Pagi (operative temperature 26°C)
 — : Siang (operative temperature 29°C)
 — : Malam (operative temperature 20°C)

Gambar 12. Grafik sensasi termal pada *operative temperature* yang berbeda

Hubungan Sensasi Termal dan *Thermal Judgement*

Dapat dilihat pada tabel 5, analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara sensasi termal dan *thermal judgement*. Dapat dilihat bahwa hasil dari tabel yaitu tolak H_0 , yang berarti terima H_a , yang berarti variabel 1 dan variabel 2 (sensasi termal) memiliki pengaruh signifikan terhadap *thermal judgement*.

Table 5. Hubungan sensasi termal dan *thermal judgement*

Variabel 1	Variabel 2	F test	P-value	Kesimpulan	
Biru Polos	Merah Polos	65.94787	1.964E-10	Tolak H_0	Berbeda Signifikan
Biru Tekstur	Merah Tekstur	69.63158	9.23E-11	Tolak H_0	Berbeda Signifikan
Biru Polos	Biru Tekstur	54.32099	3.29E-09	Tolak H_0	Berbeda Signifikan
Merah Polos	Merah Tekstur	53.7733	2.89E-09	Tolak H_0	Berbeda Signifikan

Keterangan :

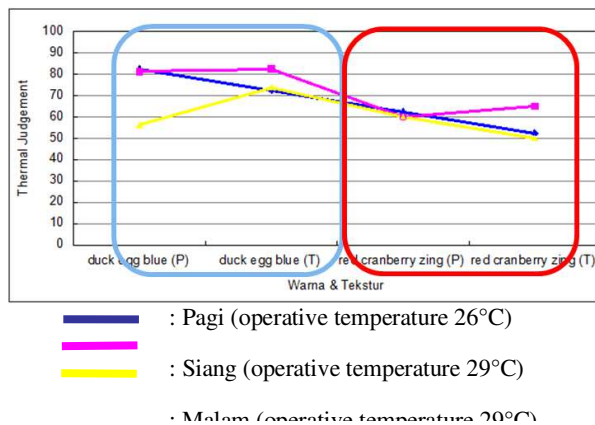
H_0 : Variabel 1 dan variabel 2 tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap *thermal judgement*

Alpha : 0.05

Kriteria tolak : Tolak H_0 jika p-value > alpha

Hubungan *Operative Temperature* dan *Thermal Judgement*

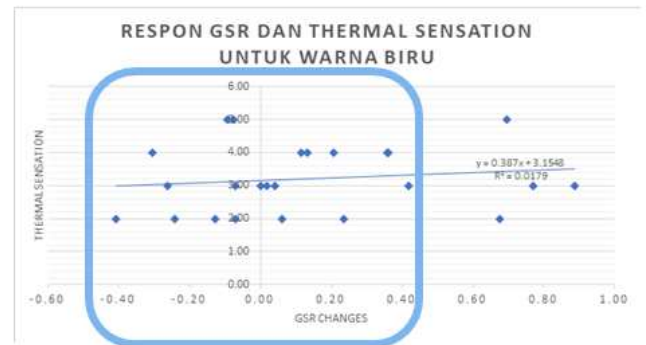
Dari Gambar 13 dapat dilihat bahwa warna dan tekstur berpengaruh besar terhadap *thermal judgement*. Warna biru memiliki tingkat penerimaan di angka 55-84 (*neutral-acceptable*), sedangkan warna merah memiliki tingkat penerimaan 50-65 (*unacceptable-neutral*). Selain itu, dapat dilihat bahwa *thermal judgement* dengan *setting operative temperature* pada malam hari paling tidak bisa diterima oleh responden. Hal ini dapat disebabkan oleh *operative temperature* yang memang berada pada titik yang cukup tinggi yaitu 29,14° C. Hal ini dikarenakan dinding yang menyimpan panas pada siang dan sore hari melempar panas pada malam hari.



Gambar 13. Grafik hubungan *OT* dan *thermal judgement*

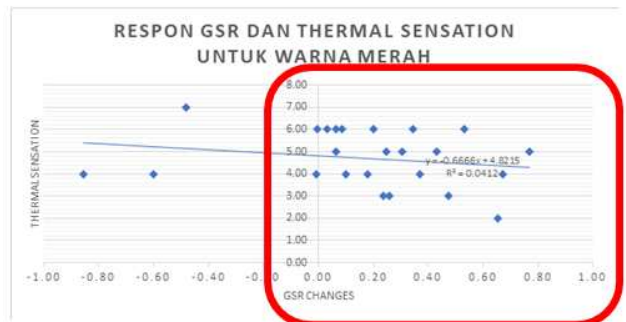
Hubungan Sensasi Termal dan Kondisi Keringat

Analisis ini digunakan untuk mengkonfirmasi bahwa sensasi termal responden valid bila dilihat dari kadar keringat responden dengan CSR saat mengeksplorasi model uji dengan *virtual reality*.



Gambar 14. Grafik hubungan sensasi termal dan kondisi keringat dengan CSR pada model berwarna biru

Pada Gambar 14 menunjukkan bahwa ketika responden melihat ruangan berwarna biru, kadar keringat menunjukkan level negatif (kadar keringat berkurang).



Gambar 15. Grafik hubungan sensasi termal dan kondisi keringat dengan CSR pada model berwarna merah

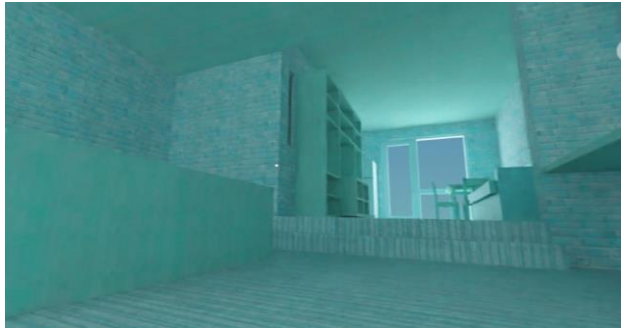
Dapat dilihat pada Gambar 15 memperlihatkan titik yang cenderung ke arah sebelah kanan bahwa ketika responden melihat ruangan dengan warna merah, hal ini memperlihatkan kadar keringat yang menunjukkan level positif (kadar keringat meningkat).

Dua grafik di atas digunakan untuk menguatkan data sensasi termal dengan pemahaman bahwa kondisi fisik responden melalui kadar keringat menunjukkan bahwa

ruangan dengan warna merah lebih panas dibandingkan dengan ruangan dengan warna biru.

Model Uji Ternyaman dan Dapat Diterima Menurut Responden

Hasil penelitian (gambar 16) menunjukkan bahwa ruangan dengan warna biru (*duck egg blue*) bertekstur adalah ruangan yang paling nyaman dan dapat diterima menurut responden, dengan sensasi termal dari *cool* hingga *slightly cool*, dengan *thermal judgement* : *acceptable* atau bisa diterima (kondisi *operative temperature* siang hari 29,24° C).



Gambar 16. Kondisi model uji yang paling diterima responden

DISKUSI

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa warna berkorelasi erat pada sensasi termal pengguna pada ruang persepsi pengguna sesuai teori *Adaptive Thermal Comfort*.



Gambar 17. Korelasi *operative temperature*, sensasi termal, dan kadar keringat

Secara umum, hasil yang didapatkan adalah persepsi termal pengguna ruang akan dipengaruhi oleh warna dan tekstur dengan tingkat kenyamanan yang paling diterima adalah warna biru (*duck egg blue*) dengan memiliki tekstur.

Secara lebih mendetail, dari analisis-analisis di atas dapat disimpulkan beberapa hasil penelitian, yaitu :

1. Kondisi fisik ruang (warna dan tekstur)/ persepsi visual berpengaruh terhadap persepsi termal adaptif
2. Sensasi termal memiliki hubungan dengan *setting operative temperature* (pagi, siang, malam hari)

3. Sensasi termal dari dingin menjadi panas dengan urutan ruang biru polos-biru tekstur-merah polos-merah tekstur
4. Sensasi termal memiliki hubungan dengan *thermal judgment*
5. Ruangan dengan warna biru memiliki tingkat penerimaan di angka 55-84 (*neutral-acceptable*), sedangkan warna merah memiliki tingkat penerimaan 50-65 (*unacceptable-neutral*)
6. Kadar keringat dapat digunakan sebagai salah satu tolak ukur dalam persepsi dan sensasi termal
7. Kadar keringat responden pada ruang dengan warna merah lebih banyak dibandingkan ruang dengan warna biru (ruangan merah lebih panas)
8. Kondisi ruang dengan warna biru bertekstur adalah kondisi ruang ternyaman menurut responden

Hasil penelitian nomor delapan di mana kondisi ruang dengan warna biru bertekstur adalah kondisi ruang ternyaman dan dapat diterima menurut responden adalah sebuah anomali, karena jika dilihat dari *setting operative temperature*, responden merasa nyaman pada *OT* berada pada titik paling tidak nyaman yaitu 29,24°C. Selain itu berdasarkan teori-teori yang ditunjukkan pada studi literatur di atas, ruangan dengan tekstur cenderung lebih panas dibandingkan dengan ruangan tanpa tekstur (gambar 17). Dalam hal ini seharusnya responden merasa paling nyaman pada ruangan biru polos.

Hal ini menunjukkan bahwa persepsi visual dapat memanipulasi persepsi termal (kondisi *Operative Temperature* tidak nyaman, akan tetapi responden merasa nyaman karena persepsi visual).

SARAN

Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Virtual Reality* berkorelasi erat pada pembentukan persepsi termal pengguna pada ruang. Pendekatan *Virtual Reality* ini menjadi sesuatu yang menarik untuk diteliti lebih lanjut oleh karena hasil temuan yang didapat dalam penelitian ini menunjukkan hebatnya kenyamanan termal adaptif yang dimiliki oleh manusia. Untuk ke depannya dapat lebih diperbanyak penelitian mengenai *Virtual Reality* dalam kaitannya dengan menghadirkan persepsi visual dan persepsi termal karena hal ini akan sangat berguna. Sebagai contoh : eksplorasi desain yang tetap nyaman dihuni oleh responden (lewat eksplorasi warna dan tekstur) pada iklim yang tidak nyaman. Dengan cara ini desain dapat membantu manusia untuk hidup lebih baik dan nyaman.

INFO PENELITIAN

penelitian ini didanai melalui skema Hibah Dosen Muda LPPM, Universitas Katolik Parahyangan

REFERENSI

- ASHRAE (2001). Thermal Comfort, Handbook of Fundamentals. New York, American Society of Heating, Ventilating and Air-Conditioning Engineers.
- Chinazzo, G. (2017). *The effect of short exposure to coloured light on thermal perception: a study using Virtual Reality*. Lux Europa, Switzerland: September 2017.
- Chressetianto, A. (2013). Pengaruh Aksesoris dan Elemen Pembentuk Ruang terhadap Suasana dan Karakter Interior Lobi Hotel Artotel Surabaya. Jurnal Intra Vol. 1, No. 1: 1-7.
- Dear, DR, Gail Bragerj, Donna Cooper. (1997). *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort Preference*
- Guimaraes, R. (2013). *The Influence Of Ceiling Height In Thermal Comfort Of Buildings: A Case Study In Belo Horizonte*, Brazil. Int. Journal for Housing Science, Vol.37, No.2 pp.75-86, 2013.
- Hashimoto, Y. (2009). Numerical Study On The Influence Of A Ceiling Height For Displacement Ventilation. Building Simulation. Eleventh International IBPSA Conference.
- Hettiarachchi, A. (2017). *Colour as a psychological agent to manipulate perceived indoor thermal environment for effective energy usage; cases implemented in Sri Lanka*. PLEA 2017 Edinburgh.
- Hettiarachchi, A.A dan De silve, T.K.N.P. (2015). *Colour Associated Thermal Perception Manifestation and contributing factors with reference to red and blue*, Proceedings of the 8th International Conference of Faculty of Architecture Research Unit (FARU). University of Moratuwa, Sri Lanka: pp. 41-53.
- Holl, S. (1993), Color, Light, Time. New York.
- Khadraoui, M. (2018). *The effect of cool paints and surface properties of the facade on the thermal and energy efficiency of buildings in a hot and arid climate*. Journal Of Materials And Engineering Structures 6:127–140.
- Lechner, N. Heating, Cooling, Lighting: Design Method for Architect. Amerika.
- Michelle, W. (2015). *Thermal Mapping pada Permukaan Koridor Jalan Bussiness District yang Memanjang Utara Selatan di Kota Yogyakarta*. Tesis S2: UAJY.
- Mofrad, M. (2013). *The Impact Of Floor-To-Ceiling Height On Human Comfort*. Asian Journal Of Civil Engineering (Bhrc) Vol. 14, No. 5 (2013) Pages 277-287.
- Negroponte, N. The architecture machine. (1975). Computer-Aided Design 7(3):190-195.
- Nicole, Michael Humphreys, dan Susan Roaf. (2012), *Adaptive Thermal Comfort: Principles and Practice*, Canada.
- Ozcelika, G (2018) *Benchmarking thermoception in virtual environments to physical environments for understanding human-building interactions*, Journal Advanced Engineering Informatics. 36. 254–263
- Panjaitan, D. (2018). *The Impact of Daylight Apertures and Reflective Surfaces on the Effectiveness of Natural Lighting at the Rumah Kindah Office In Jakarta*. Jurnal Risa Riset Arsitektur. Volume 02, Nomor 01, edisi Januari 2018; hal 70-88
- Prasetya, BY (1982). Mendesain rumah tropis. Trubus Agriwidya, Jakarta.
- Rosenlund, M, dkk. (2018). *Investigating Indoor Environmental Quality Using Virtual Reality in Climate Chambers*. Thesis : Aarhus University.
- Sari, W dan Heri A. (2019), *Self-Kinetic Jalousie Sebagai Penerapan Teknologi Climate Responsive-Adaptable Architecture*. Jurnal Modul Undip. Pages 119-126
- Welitharage, M dan Anishka A. (2014). *Colour as a tool to manipulate indoor thermal perception in tropical upland climates, a field experiment implemented in Sri Lanka*. Conference: Eighth FARU International Research Symposium At: Koggala, Sri Lanka.
- Wright, A (1998). *The Beginner's Guide to Colour Psychology*. London.
- www.ucalgary.ca/evds. (11 Januari 2020)