

# Kenyamanan Termal Pada Koridor Kampus Institut Teknologi Bandung Dengan Analisis Rayman

Melania A. Sumaryata<sup>1</sup>, Charlie L. B. Afriesta<sup>2</sup>, Mochamad D. Koerniawan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Magister Rancang Kota, SAPPK, Institut Teknologi Bandung

<sup>3</sup> Kelompok Keahlian Teknologi Bangunan, SAPPK, Institut Teknologi Bandung.

---

## Abstrak

Kenyamanan termal dalam perancangan kawasan menjadi salah satu yang perlu diperhatikan. Ruang luar merupakan ruang yang perancangannya harus memperhatikan kenyamanan dari segi termal. Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung (ITB) merupakan salah satu kawasan yang memiliki ruang luar dalam menunjang kegiatan civitas akademik, salah satunya adalah koridor ITB. Koridor ITB merupakan salah satu area ruang luar paling aktif di kawasan kampus, hal ini dikarenakan koridor ini merupakan axis utama yang ada di kawasan ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persepsi dan preferensi kenyamanan termal pada koridor ITB. Metode pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran data dan wawancara. Analisis pada penelitian ini menggunakan analisis distribusi dan analisis menggunakan alat pengukuran Rayman model untuk mendapatkan PET, PMV, SET\*, dan SVF. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi oleh metabolisme tubuh laki-laki dan perempuan, jenis kegiatan yang dilakukan, serta pakaian yang dipakai.

**Kata-kunci:** Ruang terbuka, kenyamanan termal, rayman

---

## *Thermal Comfort in Bandung Institute of Technology Campus Corridor with Rayman Analysis*

### *Abstract*

*Thermal comfort in the area design is one that needs attention. Outer space is a space whose design must pay attention to comfort in terms of thermal. The Bandung Institute of Technology Campus (ITB) is one of the areas that has an outside space to support the activities of the academic community, one of which is the ITB corridor. ITB Corridor is one of the most active outdoor areas in the campus area, this is because this corridor is the main axis in this area. The purpose of this study was to determine the perceptions and preferences of thermal comfort in the ITB corridor. Data collection method is done by data measurement and interview. The analysis in this study uses distribution analysis and analysis using Rayman model measurement tools to obtain PET, PMV, SET \*, and SVF. The results of the study show that thermal comfort is influenced by male and female body metabolism, the types of activities carried out, and the clothes worn.*

**Keywords:** *Open space, thermal comfort, rayman*

---

### **Kontak Penulis**

Mochamad D. Koerniawan

Kelompok Keahlian Teknologi Bangunan, SAPPK, Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Jawa Barat, Indonesia,

Telp : +62817211418

E-mail: [dkoerniawan@yahoo.com](mailto:dkoerniawan@yahoo.com)

### **Informasi Artikel**

Diterima editor tanggal 22 Juli 2019. Revisi tanggal 25 Agustus 2019. Disetujui untuk diterbitkan tanggal 2 September 2019

ISSN 2301-9247 | E-ISSN 2622-0954 | <https://jlbi.iplbi.or.id/> | © Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia (IPLBI)

## Pendahuluan

Ruang luar merupakan ruang untuk manusia beraktivitas yang membutuhkan situasi nyaman sehingga manusia tidak terganggu dalam beraktivitas. Kenyamanan sendiri terdiri dari kenyamanan ruang, kenyamanan pendengaran (akustik), kenyamanan penglihatan dan kenyamanan termal (Karyono,2001). Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal (Nugroho, 2006). Kenyamanan termal menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam menata ruang luar.

Saat ini, kenyamanan ruang luar menjadi salah satu faktor yang mulai dirasa penting dalam pertimbangan desain. Kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung (ITB) merupakan salah satu kawasan yang memiliki berbagai gubahan desain yang mengakomodasi banyak kegiatan civitas akademika didalamnya. Koridor ITB merupakan salah satu area ruang luar paling aktif di kawasan kampus, hal ini dikarenakan koridor ini merupakan axis utama yang ada di kawasan ini. Sebagai grid penentu orientasi pada kawasan kampus, koridor ini menjadi media penting yang menghubungkan satu area ke area lainnya. Oleh karena itu, kenyamanan termal di tempat ini merupakan hal penting berkaitan dengan kenyamanan penggunaannya untuk beraktivitas. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis terkait kenyamanan termal pada koridor ITB untuk mengetahui apakah area tersebut sudah tergolong nyaman secara termal sebagai sebuah ruang luar.

### Kajian Literatur

Kenyamanan termal adalah kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan akan lingkungan termal dan biasanya dinilai secara subyektif (ANSI/ASHRAE Standard 55). Kenyamanan termal dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam yang secara dominan mempengaruhi kenyamanan termal adalah suhu udara ( $T_a$ ), kelembapan udara ( $R_h$ ), kecepatan angin ( $v$ ), dan radiasi ( $R_a$ ). Sedangkan untuk faktor manusia yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah aktivitas dan jenis pakaian ( $C_{lo}$ ). Faktor lain yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah lorong angin (pergerakan/sirkulasi), keberadaan dan penataan vegetasi, pemilihan jenis material perkerasan, albedo lingkungan dan penataan massa bangunan di dalam kawasan (Tursilowati, 2012). Kenyamanan termal dihitung berdasarkan indeks yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, digunakan tiga indeks dalam menilai kenyamanan termal, yaitu PMV, PET dan SET\*.

PMV (Predicted Mean Vote) adalah indeks empiris dan telah dikembangkan berdasarkan fisiologis pertukaran termal antara tubuh manusia dan lingkungan. PMV memprediksi respons rata-rata sekelompok besar orang menurut skala sensasi panas ASHRAE. PMV melihat sensasi panas seseorang pada kegiatan tertentu hanya terkait dengan beban termal pada tubuh, di mana beban

termal didefinisikan sebagai perbedaan antara produksi panas internal dan hilangnya panas ke lingkungan (Ye dkk, 2001). Pada Tabel 1 terlihat skala kenyamanan termal untuk indeks PMV adalah -3 sampai 3, dimana 0 adalah netral.

**Tabel 1.** Skala Sensasi Termal. Indeks PMV, dan PPD

PMV	Thermal Sensation	PPD (%)
+3	Hot	100
+2	Warm	75
+1	Slightly Warm	25
0	Neutral	5
-1	Slightly Cool	25
-2	Cool	75
-3	Cold	100

Indeks yang kedua yang dipakai adalah PET (*Physiological Equivalent Temperature*) (lihat tabel 2). PET didefinisikan sebagai suhu ekuivalen fisiologis di tempat tertentu (di luar atau di dalam ruangan) dan setara dengan suhu udara di mana, dalam pengaturan ruangan yang khas, keseimbangan panas tubuh manusia (kerja metabolisme 80 W aktivitas cahaya, ditambahkan untuk metabolisme dasar; tahan panas pakaian 0,9 clo) dipertahankan dengan inti dan suhu kulit sama dengan yang di bawah kondisi yang sedang dinilai (Hoppe,1999).

**Tabel 2.** Skala PET dan beban psikologis yang dirasakan

PMV	PET (°C)	Thermal Sensation	Grade of physiological stress
-3.5	4	Very cold	Extreme cold stress
-2.5	8	Cold	Strong cold stress
-1.5	13	Cold	Moderate cold stress
-0.5	18	Slightly cool	Slight cold stress
0.5	23	Comfortable	No thermal stress
1.5	29	Slightly warm	Moderate heat stress
2.5	35	Warm	Strong heat stress
3.5	41	Hot	Extreme heat stress

Yang terakhir adalah SET\* (lihat tabel 3). SET\* (Standard Effective Temperature) adalah indeks kenyamanan yang dikembangkan berdasarkan pada model dua-node dinamis dari pengaturan suhu manusia (Ye dkk, 2001). SET\* merupakan kelanjutan dari penemuan ET dan ET\* yang menambahkan 2 indikator lain, yaitu Discomfort (DISC) dan W.

**Tabel 3.** Skala indikator SET

	AS HR AE	Fange r (PMV )	Rohles & Nevins	Gagge 's DISC	SET (°C)
Painful			+5	+5	
Very hot			+4	+4	37.5-
Hot	7	+3	+3	+3	34.5-37.5
Warm	6	+2	+2	+2	30.0-34.5
Slightly warm	5	+1	+1	+1	25.6-30.0
Neutral	4	0	0	=0.5	22.2-25.6
Slightly cool	3	-1	-1	-1	17.5-22.2
Cool	2	-2	-2	-2	14.5-17.5
Cold	1	-3	-3	-3	10.00-14.5
Very cold			-4	-4	

**Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan fenomenologi (Creswell, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh urban canyon koridor ITB terhadap aktivitas yang terjadi di dalam koridor.

**Metode Pengumpulan Data.**

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder dan data primer. Data primer didapatkan langsung dengan observasi ke lapangan, melakukan pengukuran, wawancara, dan dokumentasi. Data primer berupa suhu udara (Ta), kelembapan (Rh), kecepatan angin (v) dan arah angin Pengukuran dilakukan dengan alat heatstress meter, anemometer, lensa fish eye, dan kamera (gambar 1).



**Gambar 1.** Alat pengukuran data

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Selanjutnya adalah melakukan wawancara untuk mengetahui persepsi dan preferensi termal yang dirasakan pada koridor ITB. Wawancara dilakukan secara manual pada pukul 08.00-17.00 pada tanggal 10 April 2018 dan tanggal 13 April 2018. Jumlah responden yang didapat pada tanggal 10 April adalah 13 responden, sedangkan pada tanggal 13 April 2018 adalah 35 orang. Adapun pertanyaan yang diajukan adalah seputar kenyamanan

termal yang dirasakan terkait aspek cuaca dan pakaian yang dikenakan pada saat wawancara berlangsung. Data sekunder didapat dari Lab Arsitektur ITB berupa master plan ITB dan kajian-kajian literatur berupa jurnal-jurnal ilmiah.

**Metode Analisis Data**

Analisis pada penelitian ini menggunakan analisis distribusi dan analisis menggunakan alat pengukuran Rayman model (Matzarakis & Rutz, 2007). Analisis distribusi digunakan untuk mengolah data responden, persentase, dan preferensi pengguna koridor ITB. Sedangkan analisis rayman model digunakan untuk mengetahui nilai PMV, PET, SET, dan SVF (lihat tabel 4).

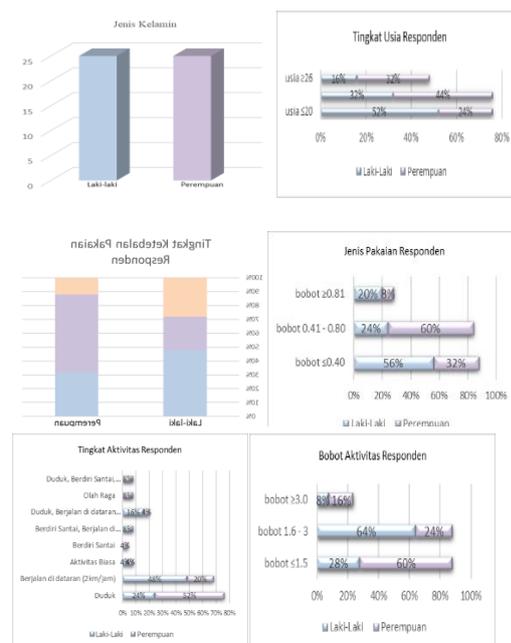
**Tabel 4.** Proses Pengumpulan Data sampai Hasil Analisis Data

Input	Bentuk data	Media/software	Output	Bentuk data output
Ta, Rh, v	Teks	Ms. Excel, Rayman	PET, dll	Teks
Jawaban hasil wawancara	Teks	Ms. Excel	TSV, dll	Teks dan Grafik

Sumber : Analisis Penulis, 2018

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil data responden (gambar 2) yang didapat dari kuseioner akan digunakan dalam pengukuran rayman model.



**Gambar 2.** Hasil Analisis Jenis Kelamin, Tingkat Usia, Tingkat Ketebalan Pakaian, Jenis Pakaian, Tingkat Aktivitas, dan Bobot Aktivitas Responden.

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Data tersebut memperlihatkan bahwa jumlah responden antara laki laki dan perempuan seimbang yang berusia 19-36 tahun dengan berbagai jenis pakaian. Jenis aktivitas yang dilakukan 30 menit sebelum di wawancara adalah duduk, berjalan, berdiri, dan makan, namun terdapat responden perempuan yang melakukan kegiatan olahraga lari dan senam. Hasil tersebut memiliki rata-rata (tabel 5) yang menjadi dasar pengukuran rayman.

**Tabel 5.** Proses Pengumpulan Data sampai Hasil Analisis Data

Bobot rata-rata	Laki-Laki	Perempuan
Usia (tahun)	22	23
Clothing (Clo)	0.52	0.52
Activity (W)	1.91	2.20

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil pengukuran lingkungan koridor ITB (tabel 6 dan gambar 3) pada enam (6) titik (gambar 4) juga digunakan sebagai dasar pengukuran rayman.

**Tabel 6.** Hasil Rata-Rata Pengukuran Lingkungan

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	kecepatan angin (m/s)	TG (C)	Cloud Cover	WBGT (W/m <sup>2</sup> )
31.8	44.3	1.4	38.6	2.8	26.3

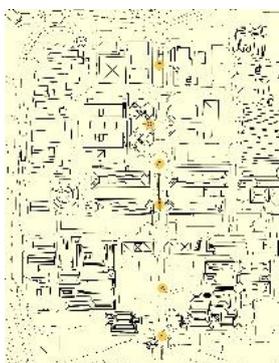
Sumber : Analisis Penulis, 2018

```

File Edit Format View Help
10.4.2018 12:17 34.0 36.0 0.7 3 27.0
10.4.2018 12:25 30.0 41.0 2.1 2 25.0
10.4.2018 12:15 32.9 51.0 0.0 2 27.9
10.4.2018 12:45 30.8 40.0 0.0 2 25.6
10.4.2018 12:47 34.5 43.6 2.0 2 25.2
10.4.2018 13:00 32.0 33.6 0.3 3 25.2
13.4.2018 10:28 29.3 58.4 1.0 4 25.3
13.4.2018 10:41 32.2 49.7 1.1 3 27.8
13.4.2018 10:50 30.9 46.8 3.3 3 26.6
13.4.2018 11:03 30.5 51.6 4.9 4 26.7
13.4.2018 11:08 30.0 46.4 2.9 3 25.6
    
```

**Gambar 3.** Data Pengukuran dalam bentuk .txt untuk Input di Rayman

Sumber : Analisis Penulis, 2018

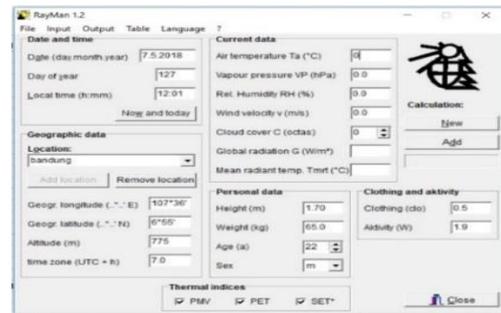


**Gambar 4.** Titik-titik Pengukuran di Koridor Kampus ITB

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Proses perhitungan di rayman dilakukan beberapa kali untuk mengetahui perbandingan kondisi termal yang

dirasakan oleh responden laki-laki dan perempuan. Salah satu contoh perhitungan pada rayman dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Perhitungan Rayman untuk Responden Laki-Laki

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil perhitungan rayman untuk responden laki-laki dapat dilihat pada tabel 7 dan untuk responden perempuan dapat dilihat pada tabel 8 .

**Tabel 7.** Hasil perhitungan Rayman untuk responden laki-laki

Tanggal 10 April 2018					
Waktu	Tmrt	PMV	PET	SET	
12:17	26.8	1.3	30.8	26.9	
12:25	22.7	-1.3	26.6	20.2	
12:15	25.1	0.5	29.3	26.3	
12:45	22.8	-0.7	26.8	23.6	
12:47	27.3	2	31.8	27.7	
13:00	24.5	-0.1	28.4	24.6	
rata-rata	24.87	0.28	28.95	24.88	

Tanggal 13 April 2018					
Waktu	Tmrt	PMV	PET	SET	
10:28	23.4	-1.2	26.5	21.5	
10:41	25.5	0.4	29.2	25	
10:50	24.5	-0.6	27.8	21.8	
11:03	24.9	-0.8	27.5	21.3	
11:08	23.4	-1.2	26.8	20.3	
rata-rata	24.34	-0.68	27.56	21.98	

Sumber : Analisis Penulis, 2018

**Tabel 8.** Hasil perhitungan Rayman untuk responden perempuan

Tanggal 10 April 2018					
Waktu	Tmrt	PMV	PET	SET	
12:17	26.8	-3	30.8	26.9	
12:25	22.7	-8.8	26.8	20.2	
12:15	25.1	-4.4	29.3	26.3	
12:45	22.8	-6.9	26.8	23.6	
12:47	27.3	-1.7	31.8	27.7	
13:00	24.5	-5.8	28.4	24.6	
rata-rata	24.87	-5.10	28.98	24.88	

Tanggal 13 April 2018					
Waktu	Tmrt	PMV	PET	SET	
10:28	23.4	-8.5	26.6	21.6	
10:41	25.5	-4.9	29.3	25	
10:50	24.5	-7.2	28	21.9	
11:03	24.9	-7.7	27.7	21.3	
11:08	23.4	-8.6	27	20.4	
rata-rata	24.34	-7.38	27.72	22.04	

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil pengukuran tersebut memiliki rata-rata (lihat tabel 9) yang memperlihatkan bahwa metabolisme tubuh, pakaian, dan aktivitas mempengaruhi kenyamanan termal seseorang.

**Tabel 9.** Hasil rata-rata pengukuran Rayman

Jenis Kelamin	Tmrt	PMV	PET	SET
Laki-laki	24.63	-0.15	28.32	23.56
Perempuan	24.63	-6.14	28.41	23.59

Sumber : Analisis Penulis, 2018

**Tabel 10.** Kondisi kenyamanan termal responden berdasarkan SET (kiri atas), PET (kanan atas), dan PMV (tengah bawah)

	ASHRAE	Fanger (PMV)	Richies & Nevins	Gagge's DISC	SET (°C)
Painful			-5	+5	
Very hot			-4	+4	37.5-
Hot	7	+3	+3	+3	34.5-37.5
Warm	6	+2	+2	+2	30.0-34.5
Slightly warm	5	+1	+1	+1	25.5-30.0
Neutral	4	0	0	±0.5	22.2-25.6
Slightly cool	3	-1	-1	-1	17.5-22.2
Cool	2	-2	-2	-2	14.5-17.5
Cold	1	-3	-3	-3	10.0-14.5
Very cold			-4	-4	

PMV	PET (°C)	Thermal perception	Grade of physiological stress
-3.5	14	Very cold	Extreme cold stress
-2.5	18	Cold	Strong cold stress
-1.5	22	Cool	Moderate cold stress
-0.5	26	Slightly cool	Slight cold stress
0.5	30	Comfortable	No thermal stress
1.5	34	Slightly warm	Slight heat stress
2.5	38	Warm	Moderate heat stress
3.5	42	Hot	Strong heat stress
		Very hot	Extreme heat stress

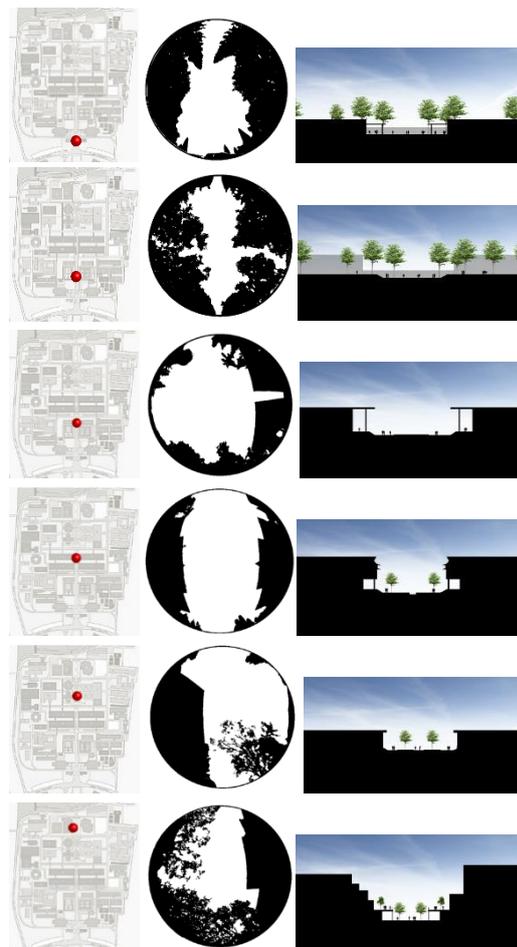
PMV	Thermal sensation	PPD (%)
+3	Hot	100
+2	Warm	75
+1	Slightly warm	25
0	Neutral	50
-1	Slightly cool	25
-2	Cool	75
-3	Cold	100

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Berdasarkan nilai SET dan PET, terlihat bahwa baik laki-laki maupun perempuan merasakan keadaan netral dan tidak merasakan stres termal. Berdasarkan nilai PMV, terlihat bahwa terdapat perbedaan rasa termal dimana laki-laki mengarah ke rasa netral, sedangkan perempuan merasa dingin. Hal tersebut memperlihatkan bahwa metabolisme perempuan dan laki-laki berbeda dan dipengaruhi oleh jenis aktivitas yang mereka lakukan sebelumnya, di mana terdapat perempuan yang melakukan kegiatan ekstrim seperti olah raga yang memiliki bobot tinggi. Dapat disimpulkan bahwa laki-laki sudah merasa cukup nyaman dengan keadaan yang ada, sedangkan perempuan lebih membutuhkan lingkungan yang lebih hangat.

Namun hasil pengukuran di atas hanya berdasarkan aktivitas dan keadaan responden, sehingga belum bisa dikatakan signifikan sepenuhnya. Oleh sebab itu, proses selanjutnya melakukan pengukuran dengan memasukkan data lingkungan berupa *urban canyon* untuk memperkuat perhitungan yang lebih signifikan.

Pengukuran untuk menghitung pengaruh termal *urban canyon* menggunakan *Sky View Factor* (SVF) yang didapatkan dari memasukkan gambar *urban canyon* itu sendiri (lihat gambar 6).



**Gambar 6.** Titik pengukuran, Sky View Factor (bitmap) dan Tipologi (berurutan kiri ke kanan) *Urban Canyon* pada segmen Gerbang Utama ITB, Taman Basket, *Campus Center*, Labtek, Taman TVST, dan *Sunken* (berurutan atas ke bawah)  
 Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil perhitungan rayman dengan pengaruh nilai SVF (lihat tabel 10) menunjukkan bahwa *urban canyon* memiliki nilai pelingkup yang dapat mempengaruhi nilai termal lingkungan. Hasil pengukuran rayman untuk responden laki-laki dapat dilihat pada tabel 12 dan untuk responden perempuan dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 11.** Nilai *Sky View Factor*

Titik Pengukuran	Sky View Factor
Gerbang Utama	0.675
Taman Basket	0.639
Campus Center	0.776
Labtek	0.766
Taman TVST	0.736
Sunken	0.628
<b>Rata-rata</b>	<b>0.70</b>

Sumber : Analisis Penulis, 2018

**Tabel 12.** Hasil perhitungan Rayman untuk responden laki-laki dengan pengaruh SVF

Titik Pengukuran	Tmrt	PMV	PET	SET <sup>o</sup>
Gerbang Utama	29.5	1.7	31.9	28.3
Taman Basket	25.75	-0.9	27.3	22.1
Campus Center	27.3	0.7	29.8	25.9
Labtek	26.7	0.3	29.35	25.05
Taman TVST	27.07	0.53	29.53	25.20
Sunken	26.95	-0.2	28.6	23.95
<b>Rata-rata</b>	<b>27.21</b>	<b>0.36</b>	<b>29.41</b>	<b>25.08</b>

Sumber : Analisis Penulis, 2018

**Tabel 13.** Hasil perhitungan Rayman untuk responden perempuan dengan pengaruh SVF

Titik Pengukuran	Tmrt	PMV	PET	SET <sup>o</sup>
Gerbang Utama	29.5	-2.1	31.9	28.3
Taman Basket	25.75	-7.8	27.45	22.1
Campus Center	27.3	-4.3	29.9	25.9
Labtek	26.7	-5.1	29.45	25.05
Taman TVST	27.07	-4.77	29.57	25.20
Sunken	26.95	-6.15	28.7	24
<b>Rata-rata</b>	<b>27.21</b>	<b>-5.04</b>	<b>29.49</b>	<b>25.09</b>

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil pengukuran tersebut memiliki rata-rata (lihat tabel 14) yang memperlihatkan bahwa selain metabolisme tubuh, pakaian, dan aktivitas, pelingkup lingkungan atau *urban canyon* juga mempengaruhi kenyamanan termal seseorang.

**Tabel 14.** Hasil rata-rata pengukuran Rayman dengan SVF

Jenis Kelamin	Tmrt	PMV	PET	SET
Laki-laki	27.21	0.36	29.41	25.08
Perempuan	27.21	-5.04	29.49	25.09

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan indeks standar kenyamanan termal (tabel 15).

**Tabel 15.** Kondisi kenyamanan termal responden berdasarkan SET (kiri atas), PET (kanan atas), dan PMV (tengah bawah) setelah memasukkan nilai SVF

ASHRAE	Fanger (PMV)	Rohles & Nevins	Gagge's DISC	SET (°C)
Painful		+5	+5	
Very hot		+4	+4	37.5-
Hot	7	+3	+3	34.5-37.5
Warm	6	+2	+2	30.0-34.5
Slightly warm	5	+1	+1	25.6-30.0
Neutral	4	0	±0.5	22.2-25.6
Slightly cool	3	-1	-1	17.5-22.2
Cool	2	-2	-2	14.5-17.5
Cold	1	-3	-3	10.0-14.5
Very cold		-4	-4	

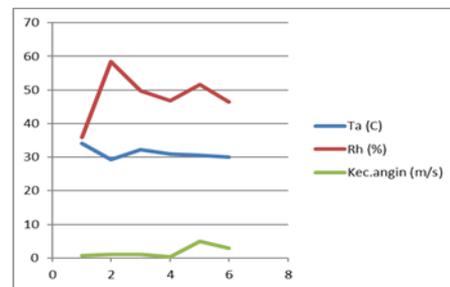
PMV	PET (°C)	Thermal perception	Grade of physiological stress
-3.5	4	Very cold	Extreme cold stress
-2.5	8	Cold	Strong cold stress
-1.5	13	Cool	Moderate cold stress
-0.5	18	Slightly cool	Slight cold stress
0.5	23	Comfortable	No thermal stress
1.5	29	Slightly warm	Slight heat stress
2.5	35	Warm	Moderate heat stress
3.5	41	Hot	Strong heat stress
		Very hot	Extreme heat stress

PMV	Thermal sensation	PPD (%)
+3	Hot	100
+2	Warm	75
+1	Slightly warm	25
0	Neutral	5
-1	Slightly cool	25
-2	Cool	75
-3	Cold	100

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Berdasarkan nilai SET dan PET, terlihat bahwa laki-laki maupun perempuan merasakan keadaan netral dan tidak merasakan stres termal. Kondisi ini sama dengan kondisi kenyamanan termal sebelum memasukkan nilai SVF. Nilai SVF sendiri menaikkan nilai SET dan PET, namun tidak terlalu signifikan. Hal berbeda terlihat pada nilai PMV. Kenyamanan termal laki-laki mengarah ke rasa sedikit hangat, sedangkan perempuan merasa dingin namun dengan nilai yang lebih mengarah ke rasa sejuk. Data tersebut menunjukkan bahwa *urban canyon* (bentuk bangunan dan tanaman) memberikan pengaruh terhadap kenyamanan termal responden di mana laki-laki lebih membutuhkan lingkungan yang memberikan rasa lebih dingin seperti dengan menghadirkan angin dan naungan, sedangkan perempuan lebih membutuhkan lingkungan yang memberikan rasa lebih hangat dengan menyalurkan energi panas atau cahaya matahari.

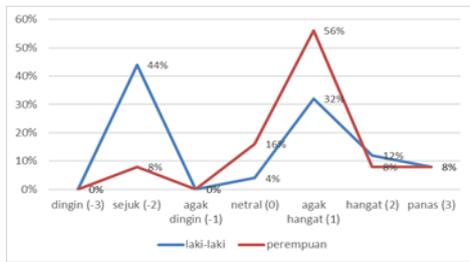
Pengaruh lingkungan hasil di atas terlihat dari keadaan suhu udara, tingkat kelembaban udara, dan juga kecepatan angin. Ketiga (3) keadaan tersebut pada enam (6) titik pengamatan memiliki perbandingan dan persentase nilai TSV (*Thermal Sensation Vota*) (gambar 7).



**Gambar 7.** Kondisi suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin pada titik pengamatan Gerbang Utama ITB (1), Taman Basket (2), *Campus Center* (3), Labtek(4), Taman TVST (5), dan *Sunken* (6)

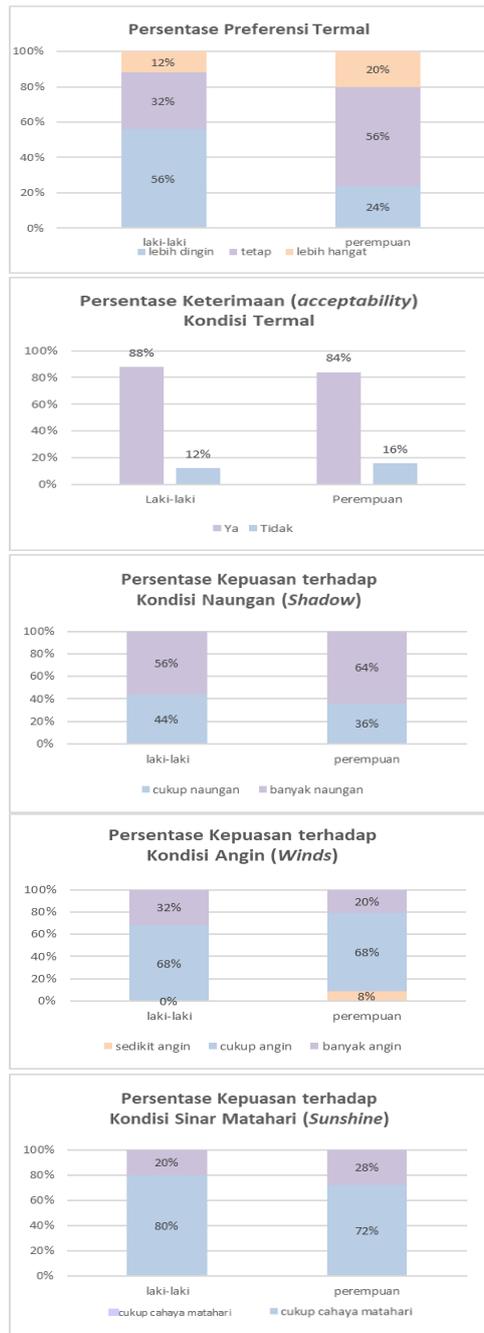
Sumber : Analisis Penulis, 2018

Selain pengumpulan data responden menggunakan kuesioner, responden juga diberi pertanyaan mengenai keadaan termal lingkungan yang mereka rasakan (gambar 8). Selain itu, responden juga memberikan penilaian preferensi kondisi kenyamanan termal yang ingin dicapai pada koridor ITB (gambar 9).



**Gambar 8.** Persentase penilaian kondisi termal yang dirasakan responden

Sumber : Analisis Penulis, 2018



**Gambar 9.** Hasil Analisis preferensi kondisi termal, keterimaan kondisi saat ini, kepuasan kondisi naungan, kepuasan kondisi angin, dan kepuasan kondisi sinar matahari.

Sumber : Analisis Penulis, 2018

Dari hasil preferensi tersebut, terlihat bahwa secara dominan responden laki-laki menginginkan keadaan yang lebih sejuk, sedangkan responden perempuan menginginkan keadaan tetap namun agak hangat. Selain itu, baik laki-laki maupun perempuan dapat menerima keadaan yang sudah ada. Kebutuhan naungan, baik laki-laki dan perempuan, membutuhkan lebih banyak naungan dari keadaan yang sudah ada. Sedangkan untuk angin dan cahaya, responden menginginkan cukup angin dan cukup cahaya.

### Kesimpulan

Dengan keadaan lingkungan yang sama, bagi laki-laki dan perempuan, SET berada di keadaan netral dan PET berada di keadaan nyaman, serta PMV bagi laki-laki cenderung di keadaan netral dan bagi perempuan di keadaan dingin. Pengaruh *sky view factor*, menaikkan SET ke keadaan agak dingin dan menaikkan PET ke keadaan agak hangat. Selain itu, SVF bagi laki-laki menaikkan PMV ke keadaan agak hangat, sedangkan bagi perempuan menaikkan PMV ke keadaan dingin. Hasil preferensi responden memperlihatkan bahwa laki-laki membutuhkan keadaan yang lebih sejuk, sedangkan perempuan lebih membutuhkan keadaan agak hangat. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan koridor ITB sudah cukup memberikan rasa nyaman bagi ke 50 responden dan untuk memaksimalkan kenyamanan termal hanya diperlukan sedikit penambahan naungan.

Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan pengukuran rayman untuk menunjukkan kualitas ruang luar atau lingkungan koridor ITB secara kuantitatif (sains). Selain itu analisis tidak hanya dilakukan dengan pengukuran alat, melainkan juga dengan mengetahui keadaan yang dirasakan responden dan pandangan responden terhadap kondisi termal. Hal ini digunakan untuk membuktikan bahwa hasil pengukuran berdasarkan alat dan persepsi responden saling berkaitan.

Kekurangan penelitian ini adalah pengukuran alat tidak dilakukan secara berkala dalam kondisi yang berbeda-beda, sehingga tidak dapat memperlihatkan kondisi iklim secara global. Selain itu, sampel responden yang diambil tidak mewakili keseluruhan pengguna koridor ITB karena pemilihan responden dilakukan secara acak dan terbatas untuk 50 orang saja.

### Acknowledgement

Terima kasih kepada Ivan Danny D., Alfajri Rahmatullah, dan Meinita Pratiwi Tarigan yang ikut serta membantu dalam pengumpulan dan analisis data penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Creswell, J. W. (2008). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. California: Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research "Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research"* - 4th Edition. Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural Research Methods*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Ilmiah, T. (2007). Ideologi dalam Pengembangan Pe-ngetahuan. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 1, 01-12.
- ASHRAE. (1992). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Standard 55-1992. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- Hoppe, P (1999). The Physiological Equivalent Temperature – A Universal Index for The Biometeorological Assessment of The Thermal Environment. *Int J Biometeorol*, 43, 71-75.
- Karyono, T. H. (2001). Penelitian Kenyamanan Termis Di Jakarta Sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia. *Dimensi Teknik Arsitektur* 29 (1), Juli 2001: 24- – 33.
- Matzarakis, A., & Rutz, F. (2007). Rayman : A too for Tourism and Applied Climatology. *Developments in Tourism Climatology*, 129-138.
- Nugroho, A. M., & Hamdan, M. (2006) "Evaluation of Parametrics for the Development of Vertical Solar Chimney Ventilation in Hot and Humid Climate". *The 2nd International Network For Tropical Architecture Conference*, at Christian Wacana University, Jogjakarta.
- Tursilowati, L. (2002). Urban Heat Island dan Kontribusinya pada Perubahan Iklim dan Hubungannya dengan Perubahan Lahan. Seminar Nasional Pemanasan Global dan Perubahan Global . Fakta, mitigasi, dan adaptasi. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN, ISBN : 978-979-17490-0-8 : 89-96.
- Ye, G., Yang, C., Chen, Y., & Li, Y. (2001). New Approach for Measuring Predicted Mean Vote (PMV) and Standard Effective Temperature (SET\*). *Building and Environment*, 38 2003: 33-44.