

## Analisis Kenyamanan Termal terhadap Obyek Ruang Poli Umum di Poliklinik Politeknik Negeri Bandung

Pascal Thirofy Surya<sup>1</sup>, Ary Surjanto<sup>2</sup>, Muhammad Arman<sup>3</sup>, Hedi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Refrigerasi Dan Tata udara, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 200622  
E-mail : pascal.thirofy.tptu19@polban.ac.id, arysurjanto@polban.ac.id, akangarman@polban.ac.id

<sup>4</sup> Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 200622  
E-mail : hedi@polban.ac.id

### ABSTRAK

Kenyamanan termal yang harus dipenuhi oleh Poliklinik sebagai sarana kesehatan. Politeknik Negeri Bandung (Polban) memiliki sarana Poliklinik. Penelitian ini mengkaji kenyamanan termal dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi kenyamanan termal pada Ruang Poli Umum Poliklinik Polban. Penelitian kenyamanan termal meliputi data objektif (temperatur udara, kelembaban dan kecepatan angin, temperatur radiasi) dan subjektif (pakaian, aktifitas dan pendapat responden). Analisis objektif diperoleh dari nilai *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) melalui perangkat lunak *Center for Built Environment (CBE) Thermal Comfort Tool* dan analisis subjektif diperoleh dari kuisioner. Berdasarkan hasil pengukuran suhu 26,12 °C, kelembaban 77,62%, 0 m/s kecepatan angin, 25,74 °C suhu radiasi. Nilai insulasi dan aktifitas terdapat di kuisioner. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara PPD dengan kuisioner. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 52% PPD menyatakan Ruang poliklinik umum Polban tidak memenuhi standar kenyamanan termal, pakaian pengunjung dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal, namun analisis kuisioner menyatakan 69% nyaman. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan tentang pengaruh kenyamanan termal.

#### Kata Kunci

*Kenyamanan termal, PPD, PMV, CBE Thermal Comfort Tool.*

#### 1. PENDAHULUAN

Gedung atau bangunan akan memiliki ruangan-ruangan yang diharapkan dapat menciptakan kenyamanan bagi setiap penghuninya. Oleh karena itu kondisi ruangan yang nyaman akan memberikan kesan dan perasaan yang kemudian berdampak pada sensasi penghuninya. Kenyamanan terdiri dari kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik, kenyamanan psikis adalah kenyamanan yang berpengaruh pada hal-hal yang bersifat seperti kejiwaan. Kenyamanan fisik adalah kenyamanan yang dapat dirasakan langsung oleh sensasi tubuh setiap orang seperti suhu, suara dan penerangan.

Menurut ASHRAE 55(2017) [1] suhu nyaman suatu ruangan termasuk dalam rentang 19,4°C - 27,8°C, ASHRAE Standard 170(2017) [2] menyatakan suhu nyaman suatu ruangan termasuk dalam rentang 21°C - 24°C dan SNI 03-6572-2001 zona kenyamanan termal untuk orang Indonesia dalam rentang 25 °C ± 10 °C [3]. Pada aspek ini menjadi hal penting untuk menciptakan kenyamanan dalam suatu ruangan,

menciptakan ruang yang memiliki kenyamanan termal di poliklinik Politeknik Negeri Bandung merupakan salah satu percobaan pada sarana layanan kesehatan publik. Suhu di Poliklinik khususnya di Ruang Poli Umum mungkin belum mencapai standar ASHRAE dan SNI atau sebaliknya. Suhu adalah salah satu parameter dari kenyamanan termal.

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, RH, laju aliran udara dan temperatur radiasi yang sesuai serta dengan letak dari ruangan tersebut untuk menciptakan kenyamanan termal yang baik pada Poliklinik Polban. Kenyamanan termal mengacu pada perhitungan PMV (*Predicted Mean Vote*) dan PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) untuk mengetahui indeks sensasi kenyamanan termal di ruangan. Kenyamanan termal tersebut didukung oleh pendapat para responden yang dimuat didalam kuisioner.

#### 1. Kenyamanan Termal

Menurut Fanger (1982) [4] kenyamanan termal mengacu pada tingkat metabolisme manusia yang dipengaruhi oleh kegiatan, insulasi pakaian yaitu cara berpakaian

ditambah dengan variabel iklim yaitu temperatur udara, kelembaban, kecepatan angin dan temperatur radiasi yang dijelaskan berikut:

### Temperatur Udara

Temperatur udara merupakan suhu rata-rata udara di sekitar individu pada suatu titik lokasi dan waktu tertentu.

Tabel 22 Standar Temperatur Udara

Standar Baku	Keterangan
1. ASHRAE 55 (2017)	19,6°C – 27,9 °C
2. ASHRAE Standard 170 (2017)	21°C – 24 °C
3. SNI 03-6572-2001	20°C – 30 °C

### Kelembaban Udara

Kelembaban udara relatif merupakan perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah uap air yang dapat ditampung oleh volume udara pada suhu dan tekanan tertentu.

Tabel 23 Standar Kelembaban Udara

Standar Baku	Keterangan
1. ASHRAE 55 (2017)	40% – 65%
2. ASHRAE Standard 170 (2017)	Max 60%
3. SNI 03-6572-2001	40% – 30%

### Kecepatan Udara

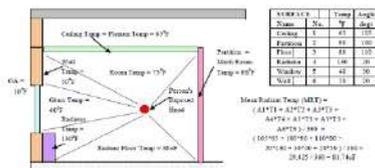
Kecepatan udara adalah kecepatan rata – rata udara yang masuk dalam suatu ruangan.

Tabel 24 Standar Kecepatan Udara

Standar Baku	Keterangan
1. ASHRAE 55 (2010)	0,2 m/s – 0,8 m/s

### Temperatur Radiasi

Temperatur radian adalah temperatur yang dihitung atau diperoleh dari proses suatu radiasi.



Gambar 1 Temperatur Radiasi (Stephens, 2016)

### Temperatur Operative

Temperatur ini merupakan rata – rata dari suhu udara kering ruangan dengan suhu radiasi.

$$t_{op} = \frac{tr + trad}{2} \quad (1)$$

Dengan:

- $t_{op}$  = Temperatur operative (°C)
- tr = Temperatur udara kering dalam ruangan (°C)
- trad = Temperatur radiasi (°C)

### Insulasi Pakaian

Salah satu cara manusia untuk beradaptasi dengan keadaan termal di lingkungan sekitarnya adalah dengan cara berpakaian

Kecepatan udara adalah kecepatan rata – rata udara yang masuk dalam suatu ruangan.

Tabel 25 Insulasi Pakaian (ASHRAE 55, 2017)

Garment Description <sup>a</sup>	I <sub>cl</sub> , clo	Garment Description <sup>b</sup>	I <sub>cl</sub> , clo
<b>Underwear</b>		<b>Dress and Skirts<sup>c</sup></b>	
Box	0.01	Skirt (thin)	0.14
Undershirt	0.02	Skirt (thick)	0.23
Men's briefs	0.04	Sleeveless, scoop neck (thin)	0.23
T-shirt	0.08	Sleeveless, scoop neck (thick), i.e., jumper	0.27
Half-sleeve	0.14	Short-sleeve shirtless (thin)	0.29
Long underwear bottoms	0.15	Long-sleeve shirtless (thin)	0.33
Full-sleeve	0.16	Long-sleeve shirtless (thick)	0.47
Long underwear top	0.20	<b>Sweaters</b>	
<b>Footwear</b>		Sleeveless vest (thin)	0.13
Ankle-length athletic socks	0.02	Sleeveless vest (thick)	0.22
Pantyhose/stockings	0.02	Long-sleeve (thin)	0.25
Sandals/flip-flops	0.02	Long-sleeve (thick)	0.36
Shoes	0.02	<b>Suit Jackets and Vests<sup>d</sup></b>	
Slingers (golfed, pile lined)	0.03	Sleeveless vest (thin)	0.10
Calf-length socks	0.02	Sleeveless vest (thick)	0.17
Knee socks (thick)	0.06	Single-breasted (thin)	0.36
Boots	0.10	Single-breasted (thick)	0.44
<b>Shirts and Blouses</b>		Double-breasted (thin)	0.42
Sleeveless/scoop-neck blouse	0.12	Double-breasted (thick)	0.48
Short-sleeve long-sleeve shirt	0.17	<b>Sleepwear and Robes</b>	
Short-sleeve dress shirt	0.19	Sleeveless short gown (thin)	0.18
Long-sleeve dress shirt	0.25	Sleeveless long gown (thin)	0.20
Long-sleeve flannel shirt	0.24	Short-sleeve hospital gown	0.31
Long-sleeve sweater	0.34	Short-sleeve short robe (thin)	0.34
<b>Trousers and Coveralls</b>		Short-sleeve pajamas (thin)	0.42
Short shorts	0.06	Long-sleeve long gown (thick)	0.46
Slack shorts	0.06	Long-sleeve short-sleeve robe (thick)	0.48
Straight trousers (thin)	0.15	Long-sleeve pajamas (thick)	0.57
Straight trousers (thick)	0.24	Long-sleeve long-sleeve robe (thick)	0.69
Sweatpants	0.28		
Overshirt	0.30		
Coveralls	0.40		

Tabel 26 Standar Insulasi Pakaian

Standar Baku	Keterangan
1. ASHRAE 55 (2010)	0,5 clo – 0,7 clo

### Metabolisme

Aktivitas yang dilakukan manusia akan meningkatkan proses metabolisme tubuh.

Tabel 27 Metabolisme (ASHRAE 55, 2017)

Activity	Metabolic Rate	
	Met Units	W/m <sup>2</sup> (Btu/h-ft <sup>2</sup> )
<b>Resting</b>		
Sleeping	0.7	40 (13)
Reclining	0.8	45 (15)
Seated, quiet	1.0	60 (18)
Standing, relaxed	1.2	70 (22)
<b>Walking (on level surfaces)</b>		
0.9 m/s, 3.2 km/h, 2.0 mph	2.0	115 (37)
1.2 m/s, 4.3 km/h, 3.7 mph	2.6	150 (48)
1.8 m/s, 6.8 km/h, 4.2 mph	3.8	220 (70)
<b>Office Activities</b>		
Reading, seated	1.0	55 (18)
Writing	1.0	60 (18)
Typing	1.1	65 (20)
Filing, seated	1.2	70 (22)
Filing, standing	1.4	80 (26)
Walking about	1.7	100 (31)
Lifting/packing	2.1	130 (39)
<b>Driving/Typing</b>		
Automobile	1.0–2.0	60–115 (18–37)
Aircraft, routine	1.2	70 (22)
Aircraft, instrument landing	1.8	105 (33)
Aircraft, combat	2.4	140 (44)
Heavy vehicle	3.2	185 (59)
<b>Miscellaneous Occupational Activities</b>		
Cooking	1.0–2.0	55–115 (29–37)
House cleaning	2.0–3.4	115–200 (37–63)
Seated, heavy limb movement	2.2	130 (41)
Machine work		
swearing (table saw)	1.8	105 (33)
light (electrical industry)	2.0–2.4	115–140 (37–44)
heavy	4.0	235 (74)
Handling, 50 kg (100 lb) bags	4.0	235 (74)
Pick and shovel work	4.0–4.8	235–230 (74–88)
<b>Miscellaneous Leisure Activities</b>		
Dancing, social	2.4–4.4	140–255 (44–81)
Calisthenics/exercise	1.0–4.0	175–235 (55–74)
Tennis, single	3.0–4.0	210–270 (66–79)
Basketball	5.0–7.6	290–440 (90–140)
Wrestling, competitive	7.0–8.7	410–595 (120–160)

Tabel 28 Standar Metabolisme

Standar Baku	Keterangan
ASHRAE 55 (2010)	1,0 met – 1,3 met

## 2. Indeks Sensasi Kenyaman Termal

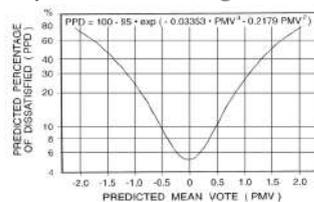
### *Predicted Mean Vote (PMV) & Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)*

Nilai PMV ini diperoleh dari heat balance tubuh yang mengindikasikan perasaan termal dari tubuh keseluruhannya yang mana dipengaruhi oleh aktifitas fisik dan pakaian. bila mayoritas PMV berada di -0,5 – 0,5 maka hal tersebut bisa dikatakan indeks panas dalam tubuh sesuai dengan kenyamanan termal.

Tabel 29 Skala PMV

No	Skala PMV	Kondisi Termal Lingkungan	PPD
1	+3	Panas	99%
2	+2	Hangat	77%
3	+1	Agak Hangat	26%
4	0	Normal	5%
5	-1	Agak Sejuk	26%
6	-2	Sejuk	77%
7	-3	Dingin	99%

*Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)* digunakan untuk memprediksi berapa banyak orang yang merasa tidak nyaman dari suatu kondisi termal di dalam ruangan. PPD ini membangun prediksi kuantitatif dari banyaknya orang yang merasa tidak nyaman secara termal dan dinyatakan dalam persen. Bila PPD di bawah 10% mendekati 0% yang menyatakan bahwa para responden atau pasien yang berada di ruangan merasakan kenyamanan di ruangan.



Gambar 2 PMV terhadap PPD (ASHRAE,2017)

### Kuisisioner

Kuesioner adalah suatu teknik pengumpulan informasi yang memungkinkan penulis mempelajari sikap-sikap, perilaku, pendapat dan karakteristik dalam suatu penelitian atau observasi. Pemberian kuisisioner dalam hal ini bersifat formal dan dilakukan terhadap para pengunjung dan pasien yang masuk ke dalam Poliklinik Bandung. Kuisisioner ini dilakukan untuk mengetahui perspektif para koresponden terhadap kenyamanan termal di ruangan/tempat poli umum dengan pembuatan

pertanyaan didasari dari parameter yang akan di ambil yaitu kecepatan udara, temperatur udara dan kelembaban udara yang ada di dalam poli umum tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan indeks sensasi kenyamanan termal Poliklinik dengan kuisisioner.

## 2. METODE

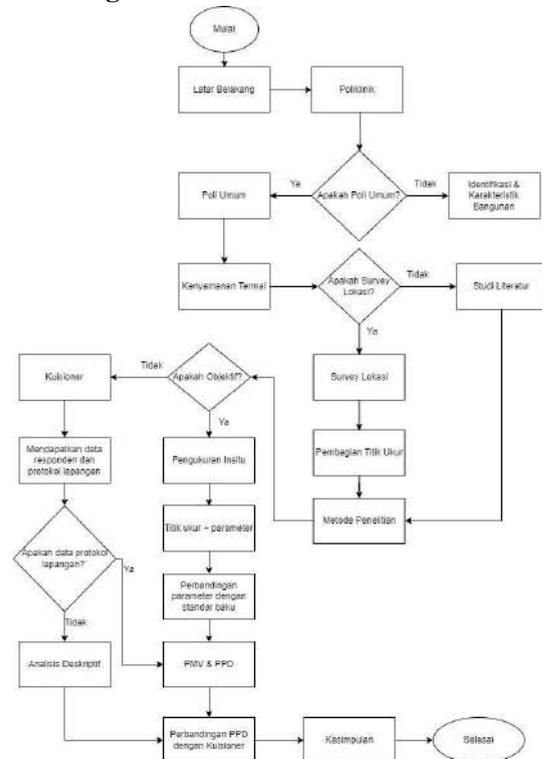
### 18 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini objek lokasi yang diambil Poliklinik Politeknik Negeri Bandung. Dengan pengambilan data sebanyak 10 kali dalam 2 bulan dan data diambil di hari kerja (senin – Jumat), pukul 09.00 – 12.00 WIB.

### 19 Jenis Penelitian

Pada analisis ini menggunakan metode penelitian ini kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif karena analisis ini melibatkan pengambilan data in situ, melakukan perhitungan dan di interpretasikan dalam bentuk tabel. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui informasi berupa sebaran kuisisioner dan kolaborasi dari pihak pasien yang berkunjung ke Poliklinik Bandung, sehingga didapatkan hasil pemetaan dari kuisisioner dengan metode deskriptif mengenai kenyamanan termal.

### 20 Diagram Alir



Gambar 3 Flow Chart Penelitian

Dalam proses diatas, proses metode dimulai dari objektif dan subjektif. Saat objektif maka

pengukuran insitu adalah alur selanjutnya. Pengambilan data dan perbandingan dengan standar baku lalu selanjutnya perhitungan PMV dan PPD. Saat subjektif maka pembagian kuisioner dan protokol lapangan dibagikan ke pasien. Protokol lapangan berfungsi untuk mendapatkan nilai insulasi pakaian dan metabolisme. Setelah itu kuisioner dianalisis menggunakan metode deskriptif.

## 21 Cara Pengambilan Data Primer

Tabel 30 Cara Pengambilan Data Primer

No	Data Primer		Parameter	Cara	Alat	Metode
	Objektif	Subjektif				
1.	Pengukuran		Suhu	Pengukuran in situ	5 in 1 Environment Meter	PMV dan PPD
			Kelembaban			
			Kecepatan Udara			
			Temperatur Radiasi			
2.		Kuisioner	Demografi	Penyebaran in situ	Kertas dan Pulpen	Analisis Deskriptif
			Pertanyaan Fasilitasi			
			Pertanyaan Parameter			
			Pertanyaan Sensasi Kenyamanan			
	Protokol Lapangan		Insulasi Pakaian	Observasi in situ	Kertas dan Pulpen	PMV dan PPD
			Metabolisme			

Pengukuran diambil menggunakan alat 5 in 1 Environment Meter untuk mendapatkan parameter – parameter yang akan diteliti.



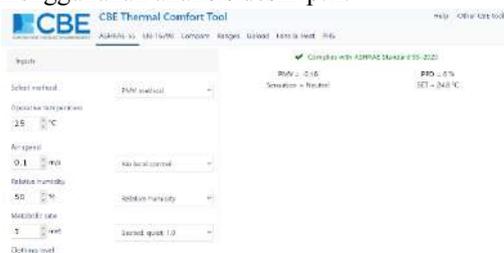
Gambar 4 Alat Ukur dan Titik ukur

## 22 Cara Analisis Data Primer

Tabel 31 Analisis Data Primer

Data Primer	Analisis
9. Pengukuran Data + Protokol Lapangan	PMV dan PPD
10. Kuisioner	Deskriptif

Pada bagian analisis indeks kenyamanan termal PMV dan PPD pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak CBE Thermal Comfort Tool. Pada analisis kuisioner menggunakan analisis deskriptif.



Gambar 5 CBE Thermal Comfort Tool

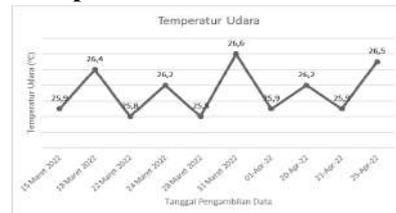


Kelembaban Kecepatan: Thermal Khas Manusia Pada Poliklinik, Poliklinik Negeri Bandung



## 3. HASIL & PEMBAHASAN

### 2.1. Temperatur Udara



Gambar 7 Grafik Temperatur Udara

Dalam data yang telah di paparkan dari masing – masing titik yang telah diukur dalam sepuluh kali percobaan mendapatkan nilai rata – rata yaitu 26,12 °C. Sesuai dengan Standar ASHRAE 55 (2017) dan SNI 03-6572-2001.

### 2.2. Kelembaban Udara



Gambar 8 Grafik Kelembaban Udara

Dalam data yang telah di paparkan dari masing – masing titik yang telah diukur dalam sepuluh kali percobaan mendapatkan nilai rata – rata yaitu 77,6%. Tidak sesuai dengan 3 Standar baku.

### 2.3. Kecepatan Udara

Dalam bagian pengukuran udara di Ruang Poliklinik Umum yang diambil sebanyak 10 kali seluruh datanya 0 atau tidak ada angin yang terdeteksi. Tidak sesuai dengan standar.

## 2.4. Temperatur Radiasi

Tabel 32 Perhitungan Temperatur Radiasi

Permukaan	No	Temp Bangunan	Sudut	MRT
Atap	1	77 °F = 25 °C	110	78,34 °F = 25,74 °C
Partisi	2	79,16 °F = 26,2 °C	109	
Lantai	3	77,9 °F = 25,5 °C	99	
Tembok	4	77,9 °F = 25,5 °C	4	
Kaca	5	82,22 °F = 27,9 °C	26	
Tembok	6	78,44 °F = 25,8 °C	12	

Pada MRT untuk mendapatkan temperatur radiasi atau *Median Rate Temperature* menggunakan rumus seperti di gambar 1, setelah mendapatkan temperatur bangunan dan sudut bangunan maka nilai yang di dapat setelah perhitungan adalah 25,74 °C.

## Temperatur Operative

Tabel 33 Perhitungan Temperatur Operative

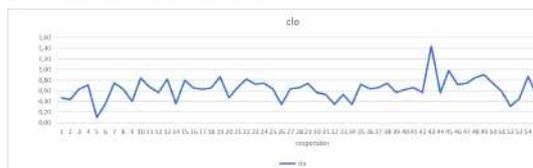
Tanggal	Temperatur Ruang (°C)	Temperatur Radiasi (°C)	Temperatur Operative (°C)
15 Maret 2022	25,5	25,74	25,62
18 Maret 2022	26,4	25,74	26,07
22 Maret 2022	25,8	25,74	25,77
24 Maret 2022	26,2	25,74	25,97
28 Maret 2022	25,8	25,74	25,77
31 Maret 2022	26,6	25,74	26,17
1 April 2022	25,9	25,74	25,82
20 April 2022	26,2	25,74	25,97
21 April 2022	25,9	25,74	25,82
25 April 2022	26,5	25,74	26,12

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa setelah mendapatkan temperatur ruang dan temperatur radiasi yaitu sebesar 24,74 °C maka akan diperoleh temperatur operative.

## 2.5. Metabolisme

Metabolisme koresponden dalam mengisi kuisioner dalam pengambilan data sebanyak 10 kali rata – rata adalah dalam keadaan duduk dan membaca. Untuk duduk dan membaca nilai metabolismenya adalah 1.0 Met. Sesuai dengan standar ASHRAE 55 (2010) [5].

## 2.6. Insulasi Pakaian



Gambar 9 Grafik Insulasi Pakaian

Dalam data yang telah di paparkan dari masing – masing pakaian responden yang telah diukur dalam sepuluh kali percobaan yaitu sebanyak 58 responden mendapatkan

nilai rata – rata yaitu 0,63. Sesuai dengan standar ASHRAE 55 (2010).

## 2.7. Predicted Mean Vote (PMV) & Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)



Gambar 10 PMV terhadap PPD

Bila dari grafik diatas digabungkan total PPD yang diatas 10% adalah 30 pengunjung dari 58 pengunjung. Hal itu menyebabkan perbandingan orang yang tidak nyaman dengan ruangan lebih banyak di bandingkan yang nyaman nilai persentasenya sebesar 52%. Dilihat dari data dan analisis dari PMV terhadap PPD pada Ruang Poli Umum adalah tidak nyaman terhadap pengunjung.

## 2.8. Perbandingan PPD dengan Kuisioner

Tabel 34 Perbandingan PPD dengan Kuisioner

No	Keterangan	Persentase
1	Pengukuran Data PPD di Poli Umum	52%
2	Pengukuran Kuisioner di Poli Umum	69%

Perbandingan dari hasil perhitungan PMV dan PPD menyatakan 52% ketidaknyaman terhadap Ruang Poli Umum sedangkan dalam sudut pandang penilaian kuisioner adalah 69% menyatakan kenyamanan termal di Ruang Poli Umum.

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan

Perbandingan dari hasil perhitungan PPD menyatakan 52% koresponden merasa ketidaknyaman terhadap Ruang Poli Umum sedangkan dalam sudut pandang penilaian kuisioner adalah 69% menyatakan kenyamanan termal di Ruang Poli Umum. Dari 2 hal diatas memiliki perbedaan yaitu dalam hasil pengukuran para koresponden yaitu merasa ketidaknyaman sedangkan pada hasil kuisioner menyatakan nyaman terhadap Ruang Poli Umum di Poliklinik Politeknik Negeri Bandung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah memberi bantuan dana penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] *ASHRAE Standard 55 Handbook Thermal environmental Conditions for Human Occupancy*. (2017). US: ASHRAE:12-13.
- [2] *ASHRAE Standard 170 Ventilation of Health Care Facilities*. (2017). US: ASHRAE:4-5.
- [3] Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara . (2001). SNI 03-65772:11-12.
- [4] *Meliana. (2014). Evaluasi Kenyamanan Termal Ruangan Kelas di SDN 066049 Berdasarkan Indeks PMV dan PPD*. 5-6.
- [5] *ASHRAE Standard 55 Handbook Thermal environmental Conditions for Human Occupancy*. (2010). US: ASHRAE:6-7.