

## KAJIAN KENYAMANAN TERMAL DAN SIRKULASI RUANG PADA BENGAWAN *SPORT CENTER*, SURAKARTA

### Tatag Bagas Prasetya

Program Studi Arsitektur  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
E-mail: d300180064@student.ums.ac.id

### Yayi Arsandrie

Program Studi Arsitektur  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
E-mail: yayi.arsandrie@ums.ac.id

### ABSTRAK

*Setelah masa pandemi Covid-19, peningkatan jumlah peminat akan olahraga menjadi semakin bertambah. Fasilitas olahraga publik harus semakin terjaga dan terjamin kualitasnya. Bengawan Sport Center merupakan salah satu gedung olahraga terbesar dan terlengkap di kawasan Solo Raya. Karena itu, Bengawan Sport Center sangat menarik untuk dijadikan sebagai objek penelitian. Tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji aspek kenyamanan termal dan sirkulasi ruang yang terjadi di Bengawan Sport Center. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif yang berfokus kepada pengukuran, observasi, dan dokumentasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebagian besar ruangan mempunyai suhu rata-rata dalam ruang yang cukup tinggi antara 28 - 31°C dengan kelembaban yang variatif dan kecepatan angin hanya di angka 0 m/s untuk ruangan indoor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengukuran objektif kondisi ruang-ruang olahraga pada Bengawan Sport Center memberikan sensasi termal panas dan sebagian hangat dengan nilai PPD mencapai 90% sedangkan PMV mencapai +3. Hasil tersebut menandakan bahwa belum tercapainya kenyamanan termal dikarenakan kurangnya sirkulasi udara dalam ruang yang ditandai dengan minimnya bukaan yang menghubungkan ruang dalam dengan area terbuka. Sistem sirkulasi terencana dengan baik dengan adanya akses pejalan kaki dan pola linier yang digunakan untuk menghubungkan antar ruangnya.*

### KATA KUNCI:

*Bengawan Sport Center; Kenyamanan Termal; Sirkulasi Ruang*

### PENDAHULUAN

Olahraga adalah aktivitas fisik atau psikologis yang berguna untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas kesehatan seseorang setelah melakukannya (Irawan & Prasetyo, 2019). WHO (*World Health Organization*) merekomendasikan agar setiap orang meluangkan waktu 150 menit untuk beraktivitas sedang dan 75 menit untuk beraktivitas fisik setiap minggunya. Manfaat latihan berkala seperti ini terbukti membantu pengurangan rasa cemas karena krisis dan ketakutan.

Sekarang ini, setelah kasus peningkatan terjangkit *Covid-19* mulai reda, sudah banyak fasilitas-fasilitas publik yang dibuka untuk berkegiatan seperti contohnya untuk berolahraga. Namun sayangnya, bangunan

sarana olahraga seringkali kurang memberi kenyamanan termal bagi pelaku kegiatan. Kondisi udara yang statis dan kelembaban udara yang tinggi dapat memperlambat proses penguapan keringat yang dibutuhkan setelah berolahraga. Oleh karena itu desain yang mempertimbangkan kondisi iklim lingkungan dengan kebutuhan penggunaannya akan menghasilkan kenyamanan termal yang ideal untuk menjalankan aktivitas olahraga di dalam bangunan (Cahyani et al., 2017). Selain itu, sirkulasi ruang yang baik akan mempermudah seseorang dalam bergerak dan beraktivitas di dalam ruangan.

*Bengawan Sport Center* merupakan sarana pusat olahraga yang beralamat di Jl. HOS Cokroaminoto No.55, Pucangsawit, Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah.

Bangunan ini memiliki fasilitas olahraga yang cukup lengkap untuk sebuah pusat kegiatan olahraga.



Gambar 1. Lokasi Bengawan Sport Center (Sumber: Google Earth, 2021)

Tempat olahraga yang baik tentunya harus disertai dengan fasilitas yang baik juga. Kenyamanan termal dan sirkulasi ruang menjadi hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam sebuah desain *sport center*, apalagi dengan banyaknya ruang yang dimiliki. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kenyamanan termal dan sirkulasi ruang pada fasilitas olahraga Bengawan Sport Center di Surakarta.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sport Center

*Sport center* memiliki arti gelanggang olahraga. Menurut KBBI (1995), gelanggang berarti ruang atau lapangan tempat menyabung ayam, tinju, berpacu, berolahraga, dan sebagainya. Sedangkan olahraga adalah gerak badan untuk menguatkan dan menyehatkan tubuh. Jadi pengertian dari gelanggang olahraga adalah ruang atau lapangan yang digunakan sebagai tempat/media untuk menggerakkan badan dengan tujuan untuk menguatkan dan menyehatkan tubuh.

*Sport center* merupakan sebuah perluasan dari skala tertentu yang dapat diasosiasikan dengan satu *sport hall* yang menyediakan fasilitas olahraga lainnya yang berguna bagi masyarakat. Sport center dapat berupa gedung olahraga yang mewadahi kegiatan olahraga baik kegiatan latihan, rekreasi, maupun kompetitif (Perin, 1981). *Sport Center* mempunyai fungsi sebagai sarana pembinaan dan peningkatan prestasi olahraga dan daya apresiasi olahraga terhadap masyarakat.

Kegiatan olahraga pada *sport center* terbagi menjadi 2 bagian, yaitu kegiatan latihan

dan kompetisi/pertandingan. Ada 3 kelompok kegiatan pada jenis olahraga, yaitu *Outdoor Activities*, *Indoor Activities*, dan *Water-based Activities*. Bengawan Sport Center sendiri memiliki fasilitas olahraga untuk ruang *Outdoor Activities* dan *Water-based Activities*.

### Klasifikasi Gedung Olahraga

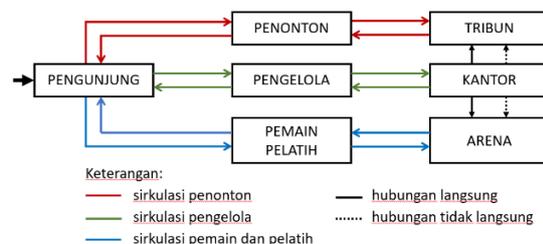
Menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olahraga yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 1994, *sport center* (gelanggang olahraga) dibagi menjadi 3 tipe:

- Gelanggang Olahraga Tipe A. Gelanggang olahraga ini dalam penggunaannya melayani wilayah Provinsi/Daerah Tingkat 1.
- Gelanggang Olahraga Tipe B. Gelanggang olahraga ini dalam penggunaannya melayani wilayah Kabupaten/Kotamadya.
- Gelanggang Olahraga Tipe C. Gelanggang olahraga ini dalam penggunaannya hanya melayani wilayah Kecamatan.

### Sirkulasi Ruang pada Gedung Olahraga

Menurut Francis D.K. Ching dalam bukunya Teori Arsitektur (1993), alur dari sirkulasi memiliki perumpamaan sebagai “tali” yang mengikat satu atau beberapa ruang, baik ruang dalam maupun luar, menjadi saling berhubungan. Oleh karena itu, kita bergerak dalam waktu melalui suatu tahapan ruang. Kita merasakan ruang ketika kita berada di dalamnya dan ketika kita menetapkan tempat tujuan.

Sirkulasi gedung olahraga yang terdiri dari penonton, pemain, dan pengelola masing-masing harus disediakan pintu untuk masuk ke dalam gedung. Sirkulasi bagi masing-masing kelompok agar diatur sesuai dengan bagan.



Gambar 2. Bagan Sirkulasi Pengunjung Sport Center (Sumber: Tata Cara Perancangan Gedung Olahraga, 1991)

Menurut peraturan MENPORA Republik Indonesia No.0445 tahun 2014 tentang standar prasarana olahraga berupa bangunan gedung olahraga, persyaratan sirkulasi gedung olahraga yang ditetapkan antara lain:

- Sistem sirkulasi wajib saling menunjang.
- Mudahnya akses antara pengguna dengan fasilitas transportasi.
- Sistem sirkulasi wajib mengutamakan aksesibilitas pejalan kaki dan difabel.
- Sistem sirkulasi wajib memperhatikan lebar serta tinggi ruangan, apabila dalam kondisi darurat mudah dicapai.
- Ruang parkir wajib tersedia minimum 3.000 m<sup>2</sup> untuk gelanggang tipe A serta minimum 1.000 m<sup>2</sup> untuk tipe B, sebaliknya untuk tipe C disesuaikan dengan kebutuhan.

Sementara itu, jalur sirkulasi untuk penyandang cacat harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Tanjakan harus mempunyai kemiringan 8%, panjangnya maksimal 10 m.
- Permukaan lantai selasar tidak boleh licin, harus terbuat dari bahan-bahan yang keras dan tidak boleh ada genangan air.
- Pada ujung tanjakan harus disediakan bagian datar minimal 180 cm.
- Selasar harus cukup lebar untuk kursi roda melakukan putaran 180°.

### Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan suatu kondisi dimana temperatur tubuh mengalami kestabilan pada batas yang nyaman, yang berarti tubuh tidak merasakan gangguan yang disebabkan oleh faktor termal karena adanya keseimbangan temperatur tubuh dan lingkungan serta faktor iklim yang berada pada zona nyaman (Cahyani et al., 2017). Faktor utama yang berpengaruh terhadap kenyamanan termal adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap panas yang masuk dan keluar ke dalam tubuh, yaitu *metabolic rate, clothing insulation, air temperature, mean radiant temperature, air velocity*, dan *air humidity* (Auliciems & Szokolay, 2007). Besarnya kalor yang dihasilkan dari aktivitas orang dinyatakan dalam satuan met, dimana:

$$1 \text{ met} = 58 \text{ Watt/m}^2 \quad (1)$$

Sementara itu, besarnya kalor yang dilepas oleh tubuh dipengaruhi oleh jenis pakaian yang sedang dipakai, terutama mengenai besar kecilnya isolasi termal dari bahan pakaian dan tebalnya. Isolasi termal dari bahan pakaian yang dipakai dinyatakan dalam satuan clo, dimana:

$$1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{K/Watt} \quad (2)$$

**Tabel 1. Macam Nilai Metabolik untuk Beberapa Jenis Aktivitas**

Aktivitas	met
Santai	0,8
Duduk, tenang	1,0
Berdiri, rileks	1,2
Berjalan pada jalan datar	2,0 ~ 3,8
Menulis	1,0
Lain-lain, aktivitas waktu luang:	
Senam	3,0 ~ 4,0
Tenis, tunggal	3,6 ~ 4,0
Basket	5,0 ~ 7,6
Gulat, pertandingan	7,0 ~ 8,7

(Sumber: ASHRAE, 1989)

**Tabel 2. Nilai Insulasi Pakaian untuk Beberapa Jenis Baju**

Pria	clo
Singlet tanpa lengan	0,06
Kaos Berkerah	0,09
Celana dalam	0,05
Kemeja	0,14 ~ 0,22
Celana	0,26 ~ 0,32
Sweater	0,20 ~ 0,37
Jacket	0,22 ~ 0,49
Kaos kaki	0,04 ~ 0,06
Sepatu	0,04 ~ 0,06
Wanita	clo
Pakaian dalam	0,05
Pakaian luar	0,22 ~ 0,70
Celana	0,26 ~ 0,44
Rok luar	0,10 ~ 0,22
Jacket	0,17 ~ 0,37
Kaos kaki	0,01
Sandal	0,02
Sepatu	0,04 ~ 0,08

(Sumber: ASHRAE, 1989)

Berdasarkan ISO 7730, kenyamanan termal diinterpretasikan dalam bentuk indeks PMV (*Predicted Mean Vote*) dan PPD (*Predicted Percentage Dissatisfied*). Indeks kenyamanan termal adalah indikator untuk menentukan kondisi termal lingkungan. Indikator ini dihitung secara matematis dari beberapa parameter yang sudah diuji dalam menentukan kenyamanan termal. PMV merupakan indeks

yang memprediksi nilai rata-rata pada sekumpulan kelompok manusia terhadap 7 skala sensasi termal, berdasarkan keseimbangan panas dari tubuh manusia. Sementara PPD merupakan sebuah indeks yang menghasilkan presentasi prediksi orang yang merasa tidak nyaman dengan kondisi termal secara kuantitatif.

**Tabel 3. Tabel Hubungan PMV, PPD, dan Sensasi Termal**

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

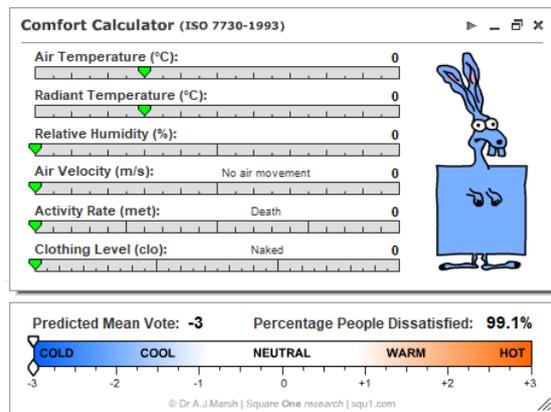
(Sumber: ISO 7730, 1993)

## METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian membutuhkan waktu 3 hari (Jumat, Sabtu, dan Minggu) pada hari-hari produktif olahraga dan dengan mengambil *sample* di 3 waktu tertentu, yaitu pagi (10.30 - 11.00 WIB), siang 15.00 - 15.30 WIB), dan malam (19.00 - 19.30 WIB). Penelitian dilakukan untuk menilai kualitas aspek kenyamanan termal pada ruang olahraga di Bengawan Sport Center beserta sirkulasi antar ruangnya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif untuk pengambilan beserta analisa data kenyamanan termal dan sirkulasi ruang. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (*independent*) tanpa membuat perbandingan atau menghubungkan variabel yang lain (Sugiyono, 2008).

Sumber data ditentukan berdasarkan data dan informasi yang diperoleh peneliti secara langsung dari pengukuran dan observasi di lapangan yang berupa data mengenai temperatur udara, kelembapan udara, kecepatan udara, temperatur radiasi, aktivitas, dan insulasi pakaian. Ada beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini seperti pengamatan, pemetaan, pengukuran, dan dokumentasi.

Instrumen penelitian merupakan berbagai keperluan yang dibutuhkan guna mengukur fenomena yang diamati. Beberapa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Thermo-Hygrometer* untuk mengukur suhu dan kelembaban; *Anemometer* untuk mengukur kecepatan angin; meteran laser digital untuk mengukur dimensi ruang; alat tulis sebagai media untuk mencatat data, kamera *handphone* sebagai media untuk dokumentasi data, serta aplikasi *comfort calculation* sebagai penghitung nilai PMV dan PPD.



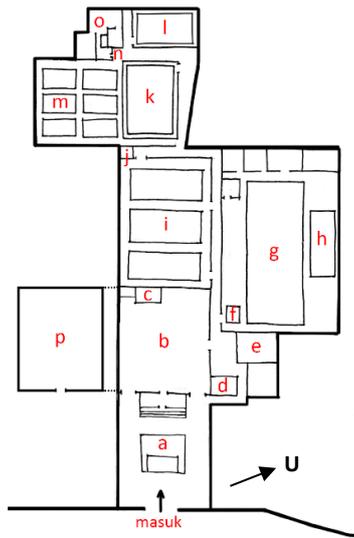
**Gambar 3. Aplikasi *Comfort Calculation***  
(Sumber: ISO 7730, 1993)

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian aspek kenyamanan termal menggunakan analisis kuantitatif berdasar data yang didapat saat penelitian. Data-data tersebut dicari nilai rata-rata kemudian dimasukkan kedalam aplikasi *comfort calculator* untuk mendapatkan nilai dari PPD dan PMV, kaitannya dengan sensasi termal yang didapat. Sementara itu, untuk aspek sirkulasi ruang menggunakan analisa berdasarkan hasil pemetaan ruang pada bangunan Bengawan *Sport Center*.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Objek Penelitian

Bengawan *Sport Center* merupakan gelanggang olahraga tipe B dengan luas +7.000 m<sup>2</sup> yang mempunyai fasilitas lengkap seperti 3 buah lapangan tenis *indoor*, 6 buah lapangan bulu tangkis, 2 buah lapangan futsal, 1 buah ruang *fitness* dan senam, 1 buah ruang *bowling*, dan kolam renang yang luas.



Gambar 4. Denah Pemetaan Ruang Bengawan Sport Center

Keterangan:

- a. Pos satpam
- b. Parkir (*basement*)
- c. Mushola
- d. Ruang pengelola
- e. Resto dan karaoke
- f. Loket masuk kolam renang
- g. Kolam renang utama
- h. Kolam renang anak
- i. Lapangan tenis *indoor*
- j. Klinik
- k. Lapangan futsal A
- l. Lapangan futsal B
- m. Lapangan bulu tangkis
- n. Loket dan kantin
- o. *Fitness* dan senam
- p. Bowling

### Aspek Kenyamanan Termal

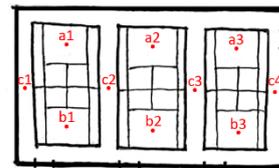
Pengambilan data mengenai kenyamanan termal dipisahkan antar masing-masing ruang. Hanya ruang olahraga saja yang diambil datanya, yaitu seperti lapangan tenis *indoor*, lapangan futsal, lapangan bulu tangkis, ruang *fitness* dan senam, *bowling*, dan kolam renang.

#### Lapangan Tenis *Indoor*

Area tenis ini mempunyai 3 buah lapangan dengan luasan yang sudah memenuhi standar fasilitas olahraga. Lantai yang dipakai menggunakan cor beton yang sudah di-*finishing* dan dikelilingi oleh dinding dengan rangka struktur baja. Atap yang digunakan juga menggunakan rangka atap baja dengan penutup berupa aluminium. Terdapat beberapa bukaan pada ruangan ini, seperti dinding dengan material *roster* pada beberapa sisi, 15 buah *blower* yang terpasang pada rangka atap, dan 4 buah pintu besi untuk akses masuk ruangan. Ruangan ini juga dilengkapi dengan 13 buah kipas angin yang terpasang di berbagai sisi.



Gambar 5. Bukaan Penghawaan pada Lapangan Tenis Bengawan Sport Center



Gambar 6. Denah Titik Pengukuran Lapangan Tenis *Indoor*

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a dan titik b adalah area permainan, sedangkan titik c adalah area tunggu atau istirahat. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengukuran pada Lapangan Tenis

Pukul 10.30 - 11.00 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	34,6	32,0	58,3	0,0
2	28,6	27,0	84,1	0,0
3	29,0	27,0	76,6	0,0
Rata-rata	30,7	28,7	73,0	0
Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	32,0	30,0	62,1	0,0
2	29,4	27,0	73,8	0,0
3	30,0	28,0	65,5	0,0
Rata-rata	30,4	28,3	67,1	0
Pukul 19.00 - 19.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	28,8	26,0	73,7	0,0
2	28,5	25,0	84,2	0,0
3	28,5	26,0	76,4	0,0
Rata-rata	28,6	25,7	78,1	0

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah berjalan dan melakukan permainan sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 4 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti baju dan celana olahraga, kaos kaki, dan sepatu, sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,94 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

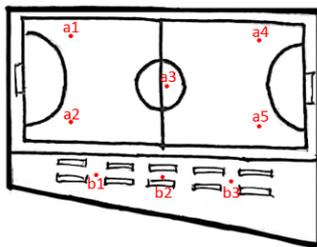
**Tabel 5. Hasil Perhitungan Comfort Calculation Lapangan Tenis**

Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
10.30 - 11.00	+3	99.1%	Panas
15.00 - 15.30	+3	99.1%	Panas
19.00 - 19.30	+3	99.1%	Panas

Tabel 5. menunjukkan hasil PMV, PPD, dan sensasi termal di yang sama di 3 waktu berbeda. Dengan PMV +3 dan PPD hampir mencapai 100%, sensasi termal yang dirasakan adalah terasa panas.

Lapangan Futsal

Bengawan Sport Center memiliki 2 buah lapangan futsal dengan lapangan A sebagai lapangan utama dan mempunyai luasan lebih besar dibanding dengan lapangan B. Pada penelitian ini, data yang diambil hanya di lapangan A saja. Lapangan A mempunyai spesifikasi lantai bermaterial karet yang biasa digunakan untuk setiap lapangan futsal dengan dinding setinggi 160 cm yang mengelilinginya.



**Gambar 7. Denah Titik Pengukuran Lapangan Futsal**

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a adalah area permainan, sedangkan titik b adalah area tunggu atau istirahat. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

**Tabel 6. Hasil Pengukuran pada Lapangan Futsal**

Pukul 10.30 - 11.00 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	34,3	32,0	59,1	0,0
2	28,4	27,0	82,4	0,0
3	30,1	27,0	71,8	0,0
Rata-rata	30,9	28,7	71,1	0
Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	32,0	30,0	62,0	0,0
2	29,5	27,0	74,4	0,0
3	30,2	28,0	64,5	0,0
Rata-rata	30,6	28,3	67,0	0
Pukul 19.00 - 19.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	28,5	26,0	79	0,0
2	28,2	25,0	82	0,0
3	28,6	26,0	76,8	0,0
Rata-rata	28,5	25,7	79,3	0

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah berjalan dan melakukan permainan sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 4 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti baju dan celana olahraga, kaos kaki, dan sepatu, sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,94 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Comfort Calculation Lapangan Futsal**

Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
10.30 - 11.00	+3	99.1%	Panas
15.00 - 15.30	+3	99.1%	Panas
19.00 - 19.30	+3	99.1%	Panas

Tabel 7. menunjukkan hasil PMV, PPD, dan sensasi termal di yang sama di 3 waktu berbeda. Dengan PMV +3 dan PPD hampir mencapai 100%, sensasi termal yang dirasakan adalah terasa panas.

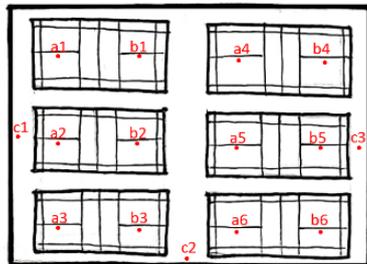
Lapangan Bulu Tangkis

Bengawan Sport Center mempunyai lapangan bulu tangkis yang cukup banyak. Terdapat 6 buah lapangan berada dalam satu

ruangan. Lapangan tersebut menggunakan lantai kayu pada permukaannya.



Gambar 8. Lapangan Bulu Tangkis Bengawan Sport Center



Gambar 9. Denah Titik Pengukuran Lapangan Bulu Tangkis

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a dan b adalah area permainan, sedangkan titik c adalah area tunggu atau istirahat. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengukuran pada Lapangan Bulu Tangkis

Pukul 10.30 - 11.00 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	35,1	32,0	57,5	0,0
2	28,9	27,0	77,6	0,0
3	29,9	27,0	69,3	0,0
<b>Rata-rata</b>	31,3	28,7	68,2	0
Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	31,7	30,0	62,3	0,0
2	29,4	27,0	71,5	0,0
3	30,3	28,0	64,0	0,0
<b>Rata-rata</b>	30,5	28,3	65,9	0
Pukul 19.00 - 19.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	29,2	26,0	74,0	0,0
2	27,9	25,0	83,7	0,0
3	28,9	26,0	76,6	0,0
<b>Rata-rata</b>	28,7	25,7	78,0	0

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah berjalan

dan melakukan permainan sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 4 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti baju dan celana olahraga, kaos kaki, dan sepatu, sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,94 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Comfort Calculation* Lapangan Bulu Tangkis

Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
10.30 - 11.00	+3	99.1%	Panas
15.00 - 15.30	+3	99.1%	Panas
19.00 - 19.30	+3	99.1%	Panas

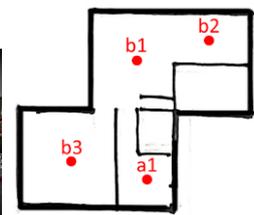
Tabel 9. menunjukkan hasil PMV, PPD, dan sensasi termal di yang sama di 3 waktu berbeda. Dengan PMV +3 dan PPD hampir mencapai 100%, sensasi termal yang dirasakan adalah terasa panas.

#### Area Fitness

Area *fitness* di Bengawan Sport Center memiliki perlengkapan yang cukup lengkap. Lantainya dilapisi material karpet dengan dinding kaca yang membuatnya terlihat lebih luas. Penghawaan dalam ruangan berupa penghawaan buatan dengan bantuan AC dan Kipas Angin.



Gambar 10. Area Fitness Bengawan Sport Center



Gambar 11. Denah Titik Pengukuran Area Fitness

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a adalah ruang tunggu, sedangkan titik b adalah area *fitness*. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pengukuran pada Area Fitness

Pukul 10.30 - 11.00 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	34,6	32,0	60,3	0,0
2	28,4	27,0	81,0	0,0
3	30,0	27,0	70,5	0,0
<b>Rata-rata</b>	31,0	28,7	70,6	0

Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	31,6	30,0	64,0	0,0
2	29,1	27,0	78,0	0,0
3	30,4	28,0	67,0	0,0
<b>Rata-rata</b>	30,4	28,3	69,7	0
Pukul 19.00 - 19.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	29,5	26,0	74,0	0,0
2	28,4	25,0	87,5	0,0
3	28,7	26,0	75,8	0,0
<b>Rata-rata</b>	28,9	25,7	79,1	0

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah duduk dan menggunakan peralatan *fitness* sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 4 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti baju dan celana olahraga, kaos kaki, dan sepatu, sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,94 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

**Tabel 11. Hasil Perhitungan *Comfort Calculation* Area *Fitness***

Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
10.30 - 11.00	+3	99.1%	Panas
15.00 - 15.30	+3	99.1%	Panas
19.00 - 19.30	+3	99.1%	Panas

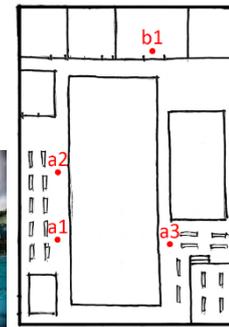
Pada area *fitness* ini diperoleh hasil yang sama dengan PMV +3 dan PPD mendekati 100% yang menyebabkan sensasi termal terasa panas.

### Kolam Renang

Area kolam renang merupakan salah satu ruang terluas yang dimiliki Bengawan Sport Center. Hampir setiap waktu selalu ada pengunjung yang melakukan kegiatan renang di kolam renang ini. Kolam renang ini juga dilengkapi dengan kantin dan wahana bermain anak.



**Gambar 12. Kolam Renang Bengawan Sport Center**



**Gambar 13. Denah Titik Pengukuran Kolam Renang**

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a adalah ruang tunggu, sedangkan titik b adalah area kantin. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

**Tabel 12. Hasil Pengukuran pada Area Kolam Renang Pukul 10.30 - 11.00 WIB**

Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	37,8	32,0	49,5	0,6
2	30,1	27,0	75,5	0,1
3	30,0	27,0	67,5	0,7
<b>Rata-rata</b>	32,2	28,7	64,2	0,4

Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	31,4	30,0	64,3	0,6
2	29,7	27,0	76,5	0,0
3	31,2	28,0	63,3	0,6
<b>Rata-rata</b>	30,8	28,3	68,0	0,4

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah duduk dan melakukan aktivitas renang sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 2 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti baju dan celana renang sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,16 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

**Tabel 13. Hasil Perhitungan *Comfort Calculation* Kolam Renang**

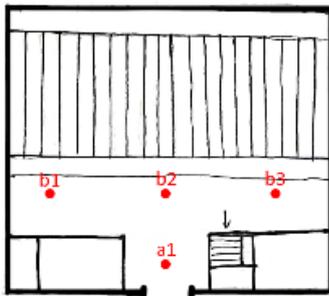
Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
10.30 - 11.00	2.2	84.9%	Hangat
15.00 - 15.30	1.8	67.0%	Hangat

Dari tabel tersebut terlihat perbedaan dengan hasil-hasil sebelumnya dimana PMV

hanya mencapai 2,2 sedangkan PPD 84,9%, dan sensasi termal yang terjadi adalah hangat.

#### Arena Bowling

Bengawan Sport Center merupakan salah satu penyedia sarana bowling terbesar di Jawa Tengah. Arena bowling ini mempunyai 20 jalur track permainan. Lantainya berupa material keramik dengan finishing kayu pada area permainan.



Gambar 14. Denah Titik Pengukuran Arena Bowling

Pengukuran menggunakan acuan titik-titik tersebut dengan keterangan bahwa titik a adalah lobby, sedangkan titik b adalah area permainan. Hasil pengukuran yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Pengukuran pada Arena Bowling

Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	31,2	30,0	64,5	0,2
2	29,6	27,0	74,3	0,3
3	31,2	28,0	61,5	0,0
<b>Rata-rata</b>	30,7	28,3	66,8	0,2

Pukul 15.00 - 15.30 WIB				
Hari ke-	Suhu Udara (°C)	Suhu Radiasi (°C)	Kelembaban (RH)	Kecepatan Angin (m/s)
1	29,6	26,0	71,5	0,0
2	28,8	25,0	82,0	0,0
3	29,4	26,0	74,0	0,0
<b>Rata-rata</b>	29,2	25,7	75,8	0,0

Hasil pengukuran tersebut adalah rata-rata dari pengukuran di setiap titik. Aktivitas yang terjadi dalam ruangan adalah duduk dan menggunakan peralatan bowling sehingga diperoleh nilai metabolik sebesar 1,6 met. Selain itu, pakaian yang dikenakan seperti kaos dan celana, kaos kaki, dan sepatu, sehingga diperoleh nilai insulasi pakaian sebesar 0,6 clo. Maka, dengan perhitungan menggunakan aplikasi *comfort calculation* diperoleh:

Tabel 15. Hasil Perhitungan *Comfort Calculation* Arena Bowling

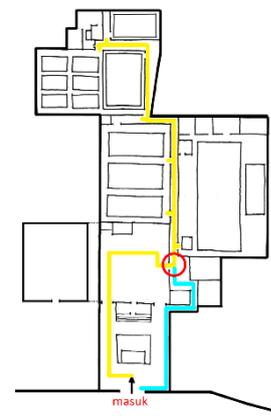
Pukul	PMV	PPD	Sensasi Termal
15.00 - 15.30	1.9	72.1%	Hangat
19.00 - 19.30	1.5	50.9%	Hangat

Hasil perhitungan menunjukkan nilai PMV kurang dari 2.0 dan nilai PPD hanya mencapai 72.1% sehingga sensasi termal yang dirasakan yaitu terasa hangat.

Dari keseluruhan data yang diambil, diketahui nilai suhu rata-rata mencapai 28 - 31°C. Angka tersebut terbilang cukup tinggi untuk sebuah suhu di dalam ruangan. Sebagian besar ruangan memiliki sensasi ruang yang terasa panas sehingga kenyamanan termal tidak terpenuhi. Sirkulasi udara dalam ruangan yang kurang baik menjadi faktor utama yang menyebabkan hal tersebut terjadi yang ditandai dengan minimnya bukaan. Bukaan dalam ruang menjadi penting untuk melancarkan aktivitas pertukaran udara di dalam dan luar ruangan. Dengan lebih memanfaatkan penghawaan dari luar ruangan akan membuat sirkulasi udara menjadi lebih baik. Selain itu, material atap yang sebagian besar terbuat dari besi/baja dan aluminium juga mempengaruhi suhu dalam ruangan menjadi lebih panas karena sifat dari material itu sendiri yang menghantarkan panas.

#### Aspek Sirkulasi Ruang

Pada aspek sirkulasi ruang, Bengawan Sport Center memberikan fasilitas yang baik. Lantai yang digunakan sebagai akses menuju ke tempat tujuan bermaterialkan keramik yang tidak licin dengan lebar sebesar 2,4 meter. Area parkir yang dimiliki juga terbilang luas.



Gambar 15. Pola Sirkulasi pada Bengawan Sport Center

Sistem sirkulasi telah saling menunjang antara sirkulasi di dalam dan luar bangunan. Bangunan juga mudah diakses oleh transportasi publik karena letaknya yang langsung menghadap jalan raya. Pada gambar 19. terlihat pola sirkulasi yang diterapkan adalah *linear* dengan memanfaatkan panjang luasan tapak untuk memberikan pencapaian yang baik. Garis berwarna biru merupakan akses untuk masyarakat umum yang berjalan kaki atau menggunakan transportasi umum untuk menuju ke lokasi. Lingkaran merah merupakan titik pertama kali pengunjung memasuki kawasan gedung Bengawan *Sport Center*. Sayangnya, pada titik ini tidak tersedia papan informasi ruang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Data penelitian menunjukkan bahwa belum tercapai kenyamanan termal dikarenakan kurangnya sirkulasi udara dalam ruang yang ditandai dengan minimnya bukaan yang menghubungkan ruang dalam dengan area terbuka. Sebagian besar ruang memiliki sensasi termal yang terasa panas. Namun, hal itu masih bisa diterima mengingat salah satu tujuan dari olahraga adalah mengeluarkan kalor dalam tubuh. Selain itu, dengan besaran ruang yang luas dan tinggi membuat sirkulasi udara dan panas sedikit lebih terbantu. Penambahan area hijau sangat direkomendasikan agar udara yang mengalir lebih bersih dan segar.
- b. Pada aspek sirkulasi ruang, sistem sirkulasi terencana dengan baik dengan mempertimbangkan akses pejalan kaki. Akan lebih baik apabila disediakan papan informasi agar lebih jelas mengenai informasi ruang, apalagi untuk pengunjung/pendatang baru.
- c. Saran untuk pengelola agar menjadikan penelitian ini sebagai evaluasi terhadap fasilitas olahraga yang dimiliki sehingga apabila ada perbaikan atau renovasi bisa memberikan perubahan yang lebih baik tentunya dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan termal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada manajemen Bengawan *Sport Center* yang telah memberikan izin untuk mengadakan penelitian di tempat tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (1989). *Physiological Principles, Comfort, and Health* ASHRAE. Handbook of Fundamental Chapter 8. Atlanta US: ASHRAE.
- Auliciems, A., & Szokolay, S. V. (2007). *Thermal Comfort*. PLEA International in Association with University of Queensland.
- Cahyani, D., Kusdinar, Y., & Mardiana, R. (2017). *Kenyamanan Termal pada Sarana Olahraga*. 10(2), 26–32
- Ching, Francis D.K. (1993). *Arsitektur: Bentuk Ruang dan Tataan*. Jakarta: Erlangga
- Departemen Pekerjaan Umum. (1994). *Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olahraga*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Irawan, F. A., & Prasetyo, F. E. (2019). *Sport Infrastructure for Physical Education in Senior High School*. International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding, 6(1), 66.
- ISO. (1994). *ISO 7730:1994. Moderate Thermal Environments Determination of The PMV and PPD Indices and Specification of The Conditions for Thermal Comfort*. Switzzeland: International Organization for Standardization
- KEMENPORA. (2014). *Standar Prasarana Olahraga Berupa Bangunan Gedung Olahraga*. Jakarta: Kementrian Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia
- Perin, G. A. (1981). *Design for Sport*. England: Butterworths Design Series.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.