

SKRIPSI 49

**PENGARUH DESAIN BUKAAN
TERHADAP VENTILASI ALAMI YANG OPTIMAL
UNTUK PERTANDINGAN BULU TANGKIS
DI ISTORA GELORA BUNG KARNO
JAKARTA**



**NAMA : DENISA ABIGAIL
NPM : 2016420167**

PEMBIMBING: NANCY YUSNITA NUGROHO, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI
ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019

**BANDUNG
2021**

SKRIPSI 49

**PENGARUH DESAIN BUKAAN
TERHADAP VENTILASI ALAMI YANG OPTIMAL
UNTUK PERTANDINGAN BULU TANGKIS
DI ISTORA GELORA BUNG KARNO
JAKARTA**



**NAMA : DENISA ABIGAIL
NPM : 2016420167**

PEMBIMBING:

NANCY YUSNITA NUGROHO, S.T., M.T.

PENGUJI :

**IR. MIRA DEWI PANGESTU, M.T.
IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019

**BANDUNG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Denisa Abigail

NPM : 2016420167

Alamat : Jalan Jaya Mandala no. 8, Jakarta 12870.

Judul Skripsi : Pengaruh Desain Bukaannya terhadap Ventilasi Alami yang Optimal untuk Pertandingan Bulu Tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika dikemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagiarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 1 Oktober 2020



Denisa Abigail



Abstrak

PENGARUH DESAIN BUKAAN TERHADAP VENTILASI ALAMI YANG OPTIMAL UNTUK PERTANDINGAN BULU TANGKIS DI ISTORA GELORA BUNG KARNO JAKARTA

Oleh
Denisa Abigail
NPM: 2016420167

Kenyamanan termal menjadi salah satu permasalahan utama bagi gelanggang olahraga (GOR) pada umumnya, terutama pada GOR bulu tangkis. Bulu tangkis membutuhkan kecepatan angin di bawah 0,2 m/s supaya performa shuttlecock baik. Sedangkan, kondisi termal yang tidak nyaman di Istora Gelora Bung Karno Jakarta dirasakan oleh beberapa atlet yang pernah berlatih dan bertanding di sana. Permasalahan utamanya adalah angin air conditioner yang terlalu kencang untuk pertandingan bulu tangkis. Di sisi lain, penonton pertandingan bulu tangkis membutuhkan kecepatan angin minimal 0,25 m/s untuk merasa nyaman. Sehingga, penonton tidak merasakan ketidaknyamanan termal oleh karena air conditioner tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab ketidaknyamanan termal dan mengupayakan ventilasi alami pada Istora Gelora Bung Karno Jakarta. Ruang lingkup penelitian adalah mengenai kenyamanan termal dengan pembahasan mengenai ventilasi alami dengan metode observasi dan simulasi menggunakan software Autodesk CFD. Hasil penelitian pada akhirnya akan berupa hasil simulasi dengan angka yang menentukan tingkat kenyamanan termal pada GOR Istora Gelora Bung Karno Jakarta sesuai dengan standar kenyamanan termal untuk gelanggang olahraga bulu tangkis di iklim tropis.

Orientasi inlet dan outlet bangunan memiliki peran yang penting. Inlet diletakkan di arah angin datang sepanjang tahun, namun outlet diletakkan utamanya di utara. Supaya ketika angin datang dari barat atau timur, dapat langsung dibelokkan ke arah utara. Sedangkan untuk arah angin datang dari selatan, dapat langsung lurus menuju outlet di utara juga. Dengan demikian, angin akan tegak lurus dengan orientasi lapangan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta.

Hasil penelitian adalah ventilasi alami bisa menjadi solusi ketidaknyamanan termal di Istora Gelora Bung Karno Jakarta. Melalui simulasi, penelitian ini menemukan bahwa angin dapat masuk ke dalam bangunan melalui posisi inlet dan outlet yang tinggi dengan kecepatan yang maksimal dan turun ke ketinggian lapangan dengan kecepatan yang rendah. Dengan demikian, perilaku angin yang seperti itu dapat dimanfaatkan di dalam bangunan supaya kecepatan angin maksimal melayani penonton pada ketinggian tribun dan kecepatan angin minimum melayani olahragawan yang berada pada ketinggian lapangan, sehingga kedua pengguna tersebut terpenuhi persyaratan kenyamanan termalnya. Sedangkan, desain bukaan yang menjadi solusi adalah desain bukaan dengan sistem fleksibel atau dapat dioperasikan (dibuka dan ditutup). Kekurangannya adalah desain bukaan harus dikontrol oleh pengelola sesuai dengan kondisi termal lingkungannya. Kelebihannya, desain bukaan bisa dibuka atau ditutup sesuai dengan kebutuhan dan keinginannya.

Kata-kata kunci: kenyamanan termal, ventilasi alami, Bulu Tangkis, GOR



Abstract

THE INFLUENCE OF OPENING DESIGNS WITH OPTIMUM NATURAL VENTILATION FOR BADMINTON MATCH IN ISTORA GELORA BUNG KARNO JAKARTA

by

**Denisa Abigail
NPM: 2016420167**

Thermal comfort is one of the main problems in terms of indoor arenas in general, especially in indoor arenas for badminton. Badminton needs only minimum of wind velocity and the court must be set up laterally from the dominant wind direction, so the match could go without any trouble, which the maximum velocity is 0,2 m/s. This type of thermal discomfort was felt by few badminton athletes who played in Istora Gelora Bung Karno Jakarta. The discomfort was because of the wind from the air conditioner that exceeded the maximum velocity required. On the other hand, the audience need minimum velocity of 0,25 m/s. Therefore, the audience do not feel the thermal discomfort because of the air conditioner.

The research's aim is to identify the source of the thermal discomfort and to try to modify the ventilations to be naturally ventilated. The discussion of the research consists natural ventilation of the thermal comfort with observation and simulation method using Autodesk CFD software. The results will be numbers that rates the thermal comfort in Istora Gelora Bung Karno Jakarta.

The orientation and position of the inlet and the outlet have an important role. The inlets are placed on the side where the wind enters throughout the year, and the outlet is placed on the north side. So the wind that enters from the west or east, could be maneuvered to the north, and the wind that enters from the south could go straight out through the outlet on the north side. Therefore, the wind could flow laterally throughout the badminton arena.

The results of the research shows that natural ventilation could be a solution for the thermal discomfort in Istora Gelora Bung Karno Jakarta. From the simulation, the research found that the wind can enter from an inlet that is highest from the ground with a maximum speed and can slow down on the level of the arena. This wind behavior can bring benefit to Istora Gelora Bung Karno Jakarta, because it can bring faster wind through the audience's tribune but also can bring slower wind for the athletes on the arena, therefore can bring comfort to both users and can still fullfil their requirements. The opening designs that can be the solution is the flexible openings. The minus side from the flexible opening is that the openings must be controlled by the staffs of Istora Gelora Bung Karno Jakarta. The plus side is that the design openings can be closed and opened as they need.

Key Words: *thermal comfort, natural ventilation, badminton, indoor arena*



PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada saya dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.





UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena saya dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Fakultas Teknik Program Studi Arsitektur, Universitas Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, saya mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya saya sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ibu Nancy Yusnita, S.T., M.T.. atas pengarahan, saran, ilmu yang sangat berharga, serta kesediaan waktu dan tenaga untuk membimbing saya sampai akhirnya bisa menyelesaikan penelitian dengan baik.
- Dosen penguji, Ibu Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T. dan Ir. Amirani Ritva Santoso, M.T., atas komentar dan kritik yang dapat membantu melengkapi dan membangun keberhasilan penelitian ini.
- Orang tua saya, Simon Tambunan dan Erawati Esther, atas dukungan, baik secara moral, finansial, serta doa-doa yang dipanjatkan ke Tuhan untuk kelancaran penelitian ini.
- Jaoni Tampubolon, Rinella Tambunan, Imelda Tambunan, Otto Tambunan, Elmiati Mariam, dan Nevin Frisco, atas doa, dukungan secara moral, sehingga saya bisa melalui banyak rintangan tanpa menghambat selesainya penelitian ini.
- Arya Wisnu Wardhana, Christofer Amando, dan Helen Angelica, yang telah melakukan penelitian sebelum saya, dan membagikan ilmu dan saran dari pengalamannya demi keberhasilan penelitian ini.
- Gabriela Joselin, Marielle Venita, dan Joanne Felicia, yang selalu memberi doa, semangat dan dukungan, baik di kala kesulitan maupun keberhasilan yang dicapai selama melakukan penelitian ini, meskipun harus dilakukan dari jarak jauh.

Bandung, 1 Oktober 2020



Denisa Abigail



DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	.vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3.1. Pertanyaan Utama.....	4
1.3.2. Pertanyaan Operasional.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.7. Kerangka Penelitian.....	6
BAB 2 GELANGGANG OLAHRAGA BULU TANGKIS, KENYAMANAN TERMAL, DAN VENTILASI ALAMI.....	7
2.1. Gelanggang Olahraga Bulu Tangkis.....	7
2.1.1. Pengertian Gelanggang Olahraga Bulu Tangkis.....	7
2.1.2. Persyaratan Gelanggang Olahraga Bulu Tangkis.....	7
2.2. Kenyamanan Termal.....	9
2.2.1. Pengertian Kenyamanan Termal.....	10
2.2.2. Faktor Kenyamanan Termal.....	10
Elemen-elemen Termal Lingkungan	11
2.2.3. Indikator Kenyamanan Termal.....	13
2.2.4. Persyaratan Kenyamanan Termal di Iklim Tropis.....	14
2.3. Ventilasi Alami.....	15
2.3.1. Pengertian Ventilasi Alami.....	15
2.3.2. Pengaruh Ventilasi Alami terhadap Kondisi Termal.....	15
2.3.3. Faktor Pergerakan Udara.....	16

2.3.4. Persyaratan Ventilasi Alami	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1. Metode Penelitian	21
3.1.1. Jenis Penelitian Simulasi Eksperimental	21
3.1.2. Pendekatan Kuantitatif	22
3.2. Obyek Penelitian	22
3.3. Teknik Pengumpulan Data	24
3.3.1. Studi Literatur	24
3.3.2. Survey Lapangan	25
3.3.3. Simulasi	30
3.4. Tahap Analisis Data	46
3.5. Tahap Penarikan Kesimpulan	47
BAB 4 PENGARUH TAPAK DAN BANGUNAN TERHADAP KONDISI TERMAL DI ISTORA GELORA BUNG KARNO JAKARTA	49
4.1. Kondisi Fisik Istora Gelora Bung Karno Jakarta	49
4.1.1. Ruang Luar	49
4.1.2. Bangunan	58
4.2. Aktivitas di Istora Gelora Bung Karno Jakarta	65
4.3. Kondisi Termal Istora Gelora Bung Karno Jakarta	66
4.3.1. Kondisi Termal per Bulan Sepanjang Tahun 2019	66
4.3.2. Kondisi Termal di Tanggal 23 Oktober 2020	67
4.4. Pengaruh Desain Bukaannya terhadap Kondisi Termal di Istora Gelora Bung Karno Jakarta	75
4.4.1. Desain Bukaannya Tetap (<i>Fixed</i>)	75
4.4.2. Desain Bukaannya Fleksibel untuk Arah Angin Datang Barat dan Timur 89	
4.4.3. Desain Bukaannya untuk Arah Angin Datang dari Selatan	104
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	121
5.1. Desain Bukaannya yang Optimal untuk Istora Gelora Bung Karno Jakarta .	121
5.2. Saran	123
DAFTAR PUSTAKA	127
LAMPIRAN	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Interior Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	2
Gambar 1.2 Lapangan Bulu Tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta	2
Gambar 1.3 Eksterior Istora Gelora Bung Karno.....	2
Gambar 1.4 Kerangka Penelitian	6
Gambar 2.1 Nomogram Suhu Efektif / <i>Effective Temperature</i> (ET) Sumber: researchgate.net/ Olu Ola Ogunsote.....	13
Gambar 2.2 Tabel Psikometrik	13
Gambar 2.3 Standar Suhu Variabel, Adaptif Metode - Ventilasi Alami. Sumber: Developing an Adapative Model of Thermal Comfort and Preference (de Dear, Richard & Brager, G. S.: 1998)	16
Gambar 2.4 Pengaruh Angin di dalam Bangunan.....	16
Gambar 2.5 Pengaruh Letak Pintu terhadap Pola Aliran Angin.	18
Gambar 2.6 Pengaruh Letak Ruang Vertikal terhadap Pola Aliran Angin.	18
Gambar 3.1 Perspektif Mata Manusia Istora Senayan.....	23
Gambar 3.2 Tampilan Software ArchiCAD 23	27
Gambar 3.3 Jarak dari Istora Gelora Bung Karno Jakarta ke Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kemayoran.....	28
Gambar 3.4 Jarak dari Istora Gelora Bung Karno Jakarta ke Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di Tangerang Selatan	28
Gambar 3.5 Letak Titik Pengukuran Termal melalui Rencana Blok.....	29
Gambar 3.6 Tampilan <i>Software</i> RhinoCFD.....	31
Gambar 3.7 Tampilan <i>Software</i> Rhinoceros 5	32
Gambar 3.8 Tampilan Aplikasi Autodesk CFD Flow.....	32
Gambar 3.9 Tampilan Aplikasi Revit	33
Gambar 3.10 Persyaratan Ukuran Ruang Lingkup (<i>Boundary Conditions</i>)	35
Gambar 3.11 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	35
Gambar 3.12 Potongan Melintang Istora Gelora Bung Karno Jakarta	36
Gambar 3.13 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	36
Gambar 3.14 Potongan Melintang Istora Gelora Bung Karno Jakarta	36
Gambar 3.15 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	37
Gambar 3.16 Potongan Melintang Istora Gelora Bung Karno Jakarta	37

Gambar 3.17 Persyaratan Kondisi Termal Ruang Lingkup (Boundary).....	38
Gambar 3.18 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fixed.....	39
Gambar 3.19 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fixed.....	39
Gambar 3.20 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan dengan tambahan <i>outlet</i> di seberang <i>inlet</i>	40
Gambar 3.21 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan tanpa tambahan <i>outlet</i> di seberang <i>inlet</i>	40
Gambar 3.22 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan dengan penyaring (<i>filter</i>) berupa kisi-kisi.....	41
Gambar 3.23 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan dengan <i>inlet</i> lebih kecil.....	41
Gambar 3.24 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan dengan <i>inlet</i> lebih besar.....	42
Gambar 3.25 Gambar Denah (Kiri) dan Potongan (Kanan) pada desain bukaan dengan tambahan penuaring (<i>filter</i>) berupa kisi-kisi.....	42
Gambar 3.26 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	43
Gambar 3.27 Denah Lantai 1 Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	44
Gambar 3.28 Skema Tahapan Penelitian.....	47
Gambar 4.1 Kawasan Sekitar Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	50
Gambar 4.2 Kawasan Sekitar Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	51
Gambar 4.3 Kawasan Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	51
Gambar 4.4 Isometri Kawasan Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	53
Gambar 4.5 Rencana Blok Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	54
Gambar 4.6 Potongan Tapak Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	54
Gambar 4.7 Rencana Blok Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	55
Gambar 4.8 Rencana Blok Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	55
Gambar 4.9 Data Orientasi Istora Senayan.....	57
Gambar 4.10 Standar Ukuran Lapangan Bulu Tangkis Peraturan Menteri Pemuda dan Olahraga Sumber: Peraturan Menteri Pemuda dan Olahraga nomor 0445 Tahun 2014...	59
Gambar 4.11 Ukuran Lapangan di Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	59
Gambar 4.12 Potongan Memendek Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	61
Gambar 4.13 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	61
Gambar 4.14 Denah Lantai 1 Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	61
Gambar 4.17 Denah Lantai 1 Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	62

Gambar 4.16 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	62
Gambar 4.15 Potongan Memendek Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	62
Gambar 4.18 Perspektif Terpotong yang Memperlihatkan Bagian Dalam.....	64
Gambar 4.19 Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	64
Gambar 4.20 Gambar Kerja Denah Lantai 1 Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	64
Gambar 4.21 Potongan Melintang Istora Gelora Bung Karno Jakarta	64
Gambar 4.22 Orientasi Lapangan di Dalam Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	66
Gambar 4.23 <i>Keyplan</i> Titik Pengukuran Termal di Istora Gelora Bung Karno Jakarta ...	67
Gambar 4.24 Suasana Cuaca di Istora Gelora Bung Karno Jakarta pada Pukul 09:00.....	69
Gambar 4.25 Suasana Cuaca di Istora Gelora Bung Karno Jakarta pada Pukul 12:00.....	70
Gambar 4.26 Suasana Cuaca di Istora Gelora Bung Karno Jakarta pada Pukul 15:00.....	72
Gambar 4.27 Kondisi Suhu Indonesia pada 23 Oktober 2020.....	75
Gambar 4.29 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fixed	76
Gambar 4.28 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fixed.....	76
Gambar 4.30 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui P1	76
Gambar 4.31 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui P2	76
Gambar 4.32 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui Rencana Tapak.....	76
Gambar 4.33 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fixed Barat melalui D1	77
Gambar 4.34 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui D2	77
Gambar 4.35 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui P1.....	77
Gambar 4.36 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui P2.....	77
Gambar 4.37 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui Rencana Tapak	78
Gambar 4.38 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui D1	78
Gambar 4.39 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui D2.....	78

Gambar 4.40 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Barat melalui D3	79
Gambar 4.41 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui P1	81
Gambar 4.42 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui P2	81
Gambar 4.43 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui Rencana Tapak.....	81
Gambar 4.44 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui D1.....	81
Gambar 4.45 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui D2.....	82
Gambar 4.46 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui P1.....	82
Gambar 4.47 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui P2.....	82
Gambar 4.48 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui Rencana Tapak.....	82
Gambar 4.49 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui D1	83
Gambar 4.50 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui D2.....	83
Gambar 4.51 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Timur melalui D3.....	83
Gambar 4.52 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui P1	85
Gambar 4.53 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fixed Selatan melalui P2	85
Gambar 4.54 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui Rencana Tapak.....	85
Gambar 4.55 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fixed Selatan melalui D1 ...	86
Gambar 4.56 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui D2.....	86
Gambar 4.57 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui P1.....	86

Gambar 4.58 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui P2.....	86
Gambar 4.59 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui Rencana Tapak	87
Gambar 4.60 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui D1	87
Gambar 4.61 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui D2.....	87
Gambar 4.62 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fixed Selatan melalui D3.....	88
Gambar 4.63 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel 1	90
Gambar 4.64 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel 1	90
Gambar 4.65 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui P1	90
Gambar 4.66 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui P2	90
Gambar 4.67 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui Rencana Tapak.....	90
Gambar 4.68 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui D1	91
Gambar 4.69 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui D2	91
Gambar 4.70 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui P1.....	91
Gambar 4.71 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui P2.....	91
Gambar 4.72 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui Rencana Tapak	92
Gambar 4.73 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui D1	92
Gambar 4.74 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui D2	93
Gambar 4.75 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui D3	93

Gambar 4.76 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel 2	95
Gambar 4.77 Potongan Skematik dari Alternatif Fleksibel 2	95
Gambar 4.78 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui P1	95
Gambar 4.79 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain	95
Gambar 4.80 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui Rencana Tapak	95
Gambar 4.81 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui D1	96
Gambar 4.82 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui D2	96
Gambar 4.83 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui P1	96
Gambar 4.84 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui P2	96
Gambar 4.85 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 1 melalui Rencana Tapak	97
Gambar 4.86 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui D1	97
Gambar 4.87 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui D2	97
Gambar 4.88 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 2 melalui D3	98
Gambar 4.89 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui P1	100
Gambar 4.90 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel 3 melalui P2	100
Gambar 4.91 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui Rencana Tapak	100
Gambar 4.92 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui D1	100
Gambar 4.93 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui D2	101
Gambar 4.94 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui P1	101

Gambar 4.95 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui P2.....	101
Gambar 4.96 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui Rencana Tapak	101
Gambar 4.97 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui D1	102
Gambar 4.98 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui D2.....	102
Gambar 4.99 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel 3 melalui D3.....	102
Gambar 4.100 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel A	104
Gambar 4.101 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel A.....	104
Gambar 4.102 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui P1	105
Gambar 4.103 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Kedua melalui P2	105
Gambar 4.104 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel A melalui Rencana Tapak	105
Gambar 4.105 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui D1.....	105
Gambar 4.106 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui D2.....	106
Gambar 4.107 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui P1.....	106
Gambar 4.108 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui P2.....	106
Gambar 4.109 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui Rencana Tapak	106
Gambar 4.110 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui D1	107
Gambar 4.111 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui D2	107
Gambar 4.112 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel A melalui D3	107
Gambar 4.113 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel B	109

Gambar 4.114 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel B	109
Gambar 4.115 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui P1	109
Gambar 4.116 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel B melalui P2....	109
Gambar 4.117 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui Rencana Tapak.....	110
Gambar 4.118 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui D1.....	110
Gambar 4.119 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui D2.....	110
Gambar 4.120 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel B melalui P1.....	111
Gambar 4.121 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui P2	111
Gambar 4.122 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui D1.....	111
Gambar 4.123 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui D2.....	111
Gambar 4.124 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Bukaannya Fleksibel B melalui D3.....	112
Gambar 4.125 Potongan Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel C.....	113
Gambar 4.126 Denah Skematik dari Alternatif Desain Fleksibel C	113
Gambar 4.127 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel C melalui P1....	114
Gambar 4.128 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel C melalui P2.....	114
Gambar 4.129 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel C melalui Rencana Tapak.....	114
Gambar 4.130 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel C melalui D1 ...	114
Gambar 4.131 Hasil Simulasi Suhu Udara Alternatif Desain Fleksibel C melalui D2 ...	115
Gambar 4.132 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif.....	115
Gambar 4.133 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel C melalui P2.....	115
Gambar 4.134 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel C melalui Rencana Tapak.....	115

Gambar 4.135 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel C melalui D1..... 116

Gambar 4.136 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel C melalui D2..... 116

Gambar 4.137 Hasil Simulasi Kecepatan dan Arah Angin Alternatif Desain Fleksibel C melalui D3..... 116

Gambar 4.138 Perilaku Angin yang Menurun dan Semakin Pelan pada Desain Bukaan Fleksibel 2 dan Fleksibel C..... 120





DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Rencana Observasi Gerakan Udara	25
Tabel 3.2 Alat Ukur Dimensi Bangunan.....	26
Tabel 3.3Alat Ukur Termal.....	30
Tabel 3.4 Persyaratan Dimensi Bangunan Berdasarkan Sisi Terpotong dari Arah Angin Datang.....	35
Tabel 3.5 Persyaratan Dimensi Bangunan Berdasarkan Sisi Terpotong dari Arah Angin Datang.....	36
Tabel 3.6 Persyaratan Dimensi Bangunan Berdasarkan Sisi Terpotong dari Arah Angin Datang.....	37
Tabel 3.7 Tabel Penentuan Waktu Simulasi berdasarkan Arah Angin.....	44
Tabel 3.8 Tabel Persyaratan Kenyamanan Termal	45
Tabel 3.9 Tabel Hasil Pengukuran Kenyamanan Termal	45
Tabel 3.10 Tabel Penarikan Kesimpulan.....	48
Tabel 4.1 Bangunan di Kawasan Sekitar Tapak.....	52
Tabel 4.2 Tabel Material Istora.....	56
Tabel 4.3 Perbandingan Persyaratan dan Data Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	59
Tabel 4.4 Tabel Material Interior Istora.....	63
Tabel 4.5 Data Termal Tahun 2019 di Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Tangerang Selatan.....	67
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Termal Ruang Luar Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	68
Tabel 4.7 Data Termal Pagi (Pukul 09.00 WIB).....	69
Tabel 4.8 Data Termal Pagi Hari (Pukul 12.00 WIB).....	71
Tabel 4.9 Data Termal di Sore Hari (Pukul 15.00 WIB)	72
Tabel 4.10 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Fixed Barat	79
Tabel 4.11 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Fixed Timur.....	84
Tabel 4.12 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Fixed Selatan	88
Tabel 4.13 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel 1	93
Tabel 4.14 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel 2	98
Tabel 4.15 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel 3	103
Tabel 4.16 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel A	108
Tabel 4.17 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel B	112
Tabel 4.18 Tingkat Kenyamanan Termal pada Desain Bukaan Fleksibel C	117

Tabel 4.19 Hasil Termal Desain Bukaan Fix	118
Tabel 4.20 Hasil Termal Desain Bukaan Fleksibel	119
Tabel 5.1 Perbandingan Kenyamanan Termal yang Dihasilkan dari Semua Alternatif Desain Bukaan	122



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Kerja Rencana Tapak Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	127
Lampiran 2 Gambar Kerja Denah Lantai Dasar Istora Gelora Bung Karno Jakarta	128
Lampiran 3 Gambar Kerja Denah Lantai 1 Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	129
Lampiran 4 Gambar Kerja Potongan Memanjang Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	130
Lampiran 5 Gambar Kerja Potongan Memendek Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	130
Lampiran 6 Rencana Blok Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	130
Lampiran 7 Potongan Tapak Istora Gelora Bung Karno Jakarta	131
Lampiran 8 Isometri Istora Gelora Bung Karno Jakarta.....	131





BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gelanggang Olahraga (GOR) merupakan arena atau tempat untuk melaksanakan pertandingan berbagai jenis olahraga. Pada umumnya, GOR mempunyai luas dan tinggi yang besar, karena kebutuhan ruang gerak untuk berolahraga dan kapasitas penonton yang besar. Oleh karena kebutuhan secara volumetrik besar, GOR dengan selubung yang tertutup perlu memperhatikan kecukupan dari segi kenyamanan termal, baik untuk penonton maupun olahragawan yang bertanding.

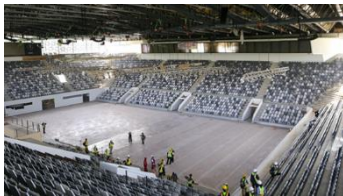
Di Indonesia, Gelora Bung Karno (GBK) menjadi kompleks GOR utama yang mempunyai berbagai tipe GOR di dalamnya, sesuai kebutuhan olahraganya. Salah satu bangunannya adalah Istora Gelora Bung Karno Jakarta. Secara fungsi, Istora GBK merupakan stadion olahraga tertutup yang serbaguna, namun olahraga yang paling sering dilaksanakan dalam bangunan ini adalah bulu tangkis.

Bulu tangkis adalah salah satu jenis olahraga yang kelancaran bermainnya sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin di sekitarnya. Jika kecepatan angin terlalu tinggi, maka 'shuttlecock' atau 'bola bulu tangkis' susah untuk dikontrol oleh pemain. Itu sebabnya, permainan bulu tangkis sering dilaksanakan di lapangan *indoor* supaya angin yang masuk ke lapangan dapat dikontrol dengan intensitas yang minim. Namun di sisi lain, pemain bulu tangkis juga membutuhkan kenyamanan termal yang optimal supaya terhindar dari situasi yang buruk, seperti dehidrasi, *heat stroke*, maupun *heat exhaustion*, yang dapat teratasi antara lain oleh sirkulasi udara yang baik. Pemain bulu tangkis yang sedang beraktivitas dengan intensitas yang tinggi membutuhkan sirkulasi udara yang cukup, karena semakin tinggi intensitas olahraga seseorang, semakin besar pula kebutuhan oksigen dan pengeluaran keringat dari dalam tubuh.

Istora GBK pada awal dibangun pada tahun 1969 mempunyai sistem penghawaan secara alami. Namun, bukaannya pada saat itu sangat kecil jika dibandingkan dengan volume bangunan yang sangat besar. Selain itu, keadaan suhu Istora GBK pada saat itu sangat panas. Sirkulasi udara yang kurang memadai membuat suhu panas tersebut kurang memadai dan banyak petanding dari luar negeri yang menyatakan ketidaknyamanannya secara termal. Oleh sebab itu, pengelola mengganti sistem penghawaan menjadi menggunakan *air conditioner* (AC). Sistem penghawaan yang menggunakan AC masih diterapkan hingga pada akhirnya Istora GBK direnovasi secara besar pada tahun 2016 untuk keperluan Asian Games 2016 di Indonesia.

Kondisi termal yang tidak nyaman dirasakan oleh salah satu pemain bulu tangkis putra Indonesia, Jonathan Christie, pada turnamen Indonesia Masters 2018 di Istora GBK. Jonathan mengatakan bahwa *shuttlecock* tidak mampu dikembalikan dengan baik akibat angin dari *air conditioner* yang terlalu kencang di dalam arena tersebut (Verdi, 2018). “Pemain ganda putri Nitya Krishinda Maheswari adalah salah satu yang sudah mencoba lapangan Istora. ‘Sejauh ini hampir sama keadaannya dengan Istora dulu. Catatan saya lebih ke angin karena agak lumayan kencang. Jadi yang lebih diperhatikan saat pertandingan ya sirkulasi anginnya dan lampu agak sedikit silau,’ kata Nitya. Hal yang sama diungkapkan pebulutangkis veteran Sony Dwi Kuncoro. ‘Memang saat saya coba memang masih ada yang perlu disesuaikan. Seperti *air conditioner* yang terlalu kencang.’ kata Sony.” (Mercy, 2018).

Menurut panitia pertandingan, *air conditioner* sudah diupayakan seminimal mungkin, namun kondisi termal Istora GBK tanpa *air conditioner* terlalu panas untuk sebuah pertandingan yang ramai dengan orang. Kondisi ini dirasakan setelah Istora GBK menyelesaikan renovasinya pada tahun 2016 untuk acara Asian Games 2016 yang salah satu pertandinganya dilaksanakan di arena tersebut. Hal ini disayangkan karena Istora GBK merupakan salah satu arena yang paling sering digunakan untuk menyelenggarakan turnamen bulu tangkis hingga bertaraf internasional.



Gambar 1.1 Interior Istora Gelora Bung Karno Jakarta
Sumber: Datra Internusa



Gambar 1.2 Lapangan Bulu Tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta
Sumber: Medcom.id



Gambar 1.3 Eksterior Istora Gelora Bung Karno
Sumber: Djarum Badminton

Pada umumnya, kenyamanan termal dipengaruhi oleh banyak aspek, baik dari iklim (kondisi termal yang sudah ada), lingkungan buatan, baik kawasan sekitar, arsitektur, maupun pengendalian strukturalnya (elemen-elemen yang dapat meningkatkan atau menurunkan kondisi termal yang sudah ada), serta manusia di dalamnya (dapat juga meningkatkan dan menurunkan kondisi termal yang sudah ada dengan pelepasan dan perolehan kalor dari dalam tubuhnya).

Iklim adalah aspek yang paling pertama harus diperhatikan terlebih dahulu, karena merupakan kondisi termal yang sudah mutlak dari alam atau merupakan kondisi yang sudah ‘diberikan’ apa adanya (*given condition*). Aspek iklim pada kenyamanan termal pada Istora Gelora Bung Karno Jakarta harus memperhatikan terkait iklim tropis yang berbeda karakteristiknya dibandingkan iklim lain, yaitu kelembaban dan suhu yang jauh lebih tinggi

dibandingkan negara-negara yang tidak di dekat garis Ekuator. Dengan demikian, ketidaknyamanan termal tersebut efektif apabila ditanggulangi dengan ventilasi alami, yaitu gerakan udara yang terarah dan terkendali kecepatannya dengan baik.

Untuk memperoleh gerakan udara yang terarah dan terkendali, maka harus memperhatikan dari arah udara tersebut masuk. Berawal dari lingkungan sekitar, yaitu bagaimana tatanan dan material kawasan sekitar Istora Gelora Bung Karno mempengaruhi gerakan udara yang masuk, baik terblokir, tersaring, atau terbuka begitu saja. Selanjutnya, bagaimanakah pengendalian struktural, baik perletakkan & orientasi, letak & posisi, dimensi, tipe, maupun arah bukaan, karena mempengaruhi bagaimana pola aliran udara masuk ke dalam bangunan. Terakhir, memperhatikan bagaimana tatanan, material, serta aktivitas di dalam GOR Istora Gelora Bung Karno Jakarta, karena pola aliran udara yang masuk bergerak mengikuti tatanan ruang dalamnya dan harus tepat sasaran ke aktivitas yang dituju dengan arah dan kecepatan yang terkendali.

1.2. Perumusan Masalah

Sejak tahun 1970-an, Istora GBK dikeluhkan tidak nyaman secara termal, sehingga terpaksa menggunakan penghawaan buatan dengan *air conditioner* (AC), karena tidak ada lubang untuk ventilasi alami.

Namun, penggunaan AC pun masih membuat pemain bulu tangkisnya tidak nyaman karena kecepatan dan arah anginnya tidak terkendali dengan baik. Hal ini mempengaruhi performa para pemain ketika mengikuti pertandingan bulu tangkis, mengingat bulu tangkis adalah olahraga yang permainannya sangat mudah dipengaruhi oleh gerakan udara.

Selain itu, kenyamanan termal secara umum baiknya menggunakan sistem penghawaan secara alami, karena lebih menghemat energi dan lebih baik untuk Kesehatan penggunaannya. Ditambah lagi dengan adanya fenomena pandemi Covid-19, sehingga World Health Organization (WHO) lebih menganjurkan untuk menggunakan penghawaan alami, karena sirkulasi udara menjadi lebih baik dan virus tidak terperangkap di dalam bangunan.

Upaya penggunaan ventilasi alami juga baik digunakan untuk segala sesuatu kondisi, karena desain yang pasif bisa menghemat energi listrik jauh lebih banyak. Terlebih lagi Istora Gelora Bung Karno Jakarta adalah GOR bertaraf internasional, sehingga tuntutan kapasitas di dalamnya harus banyak. Akibatnya, GOR Istora Gelora Bung Karno Jakarta harus mempunyai volume (luas dan tinggi) yang besar. Tuntutan volumetrik yang besar ini juga diakibatkan oleh fungsinya yang diutamakan untuk pertandingan bulu tangkis dan gerakan manusia dan 'shuttlecock' membutuhkan ruang gerak yang besar. Volume bangunan yang besar menyebabkan penghawaan yang dituntut besar pula, sehingga penggunaan penghawaan buatan menjadi tidak

efektif dan efisien karena membutuhkan energi yang sangat besar. Maka dari itu, baiknya diupayakan menggunakan desain secara pasif berupa penghawaan alami.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian terdiri dari pertanyaan utama dan dapat terjawab dengan pertanyaan-pertanyaan operasional.

1.3.1. Pertanyaan Utama

Bagaimana pengaruh desain bukaan terhadap pola aliran udara untuk kenyamanan termal penonton dan pemain, serta terhadap kondisi aliran udara yang disyaratkan untuk pertandingan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta?

1.3.2. Pertanyaan Operasional

1. Bagaimana pengaruh letak dan orientasi bukaan terhadap pola aliran udara untuk kenyamanan termal penonton dan pemain, serta terhadap kondisi aliran udara yang disyaratkan untuk pertandingan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta?
2. Bagaimana pengaruh dimensi bukaan terhadap pola aliran udara untuk kenyamanan termal penonton dan pemain, serta terhadap kondisi aliran udara yang disyaratkan untuk pertandingan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta?
3. Bagaimana pengaruh tipe dan pengarah bukaan terhadap pola aliran udara untuk kenyamanan termal penonton dan pemain, serta terhadap kondisi aliran udara yang disyaratkan untuk pertandingan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta?

1.4. Tujuan Penelitian

Mengkaji pengaruh desain bukaan, yaitu letak dan orientasi, dimensi, serta tipe dan pengarah bukaan, terhadap pola aliran udara untuk kenyamanan termal penonton dan pemain, serta terhadap kondisi aliran udara yang disyaratkan untuk pertandingan bulu tangkis di Istora Gelora Bung Karno Jakarta.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini menjadi masukan rancangan bagi arsitek di kemudian hari mengenai desain bukaan untuk ventilasi yang optimal bagi pertandingan Bulu Tangkis di gelanggang olahraga.
2. Menjadi saran bagi pengelola Gelora Bung Karno untuk mengedepankan ventilasi alami pada Istora Gelora Bung Karno Jakarta.

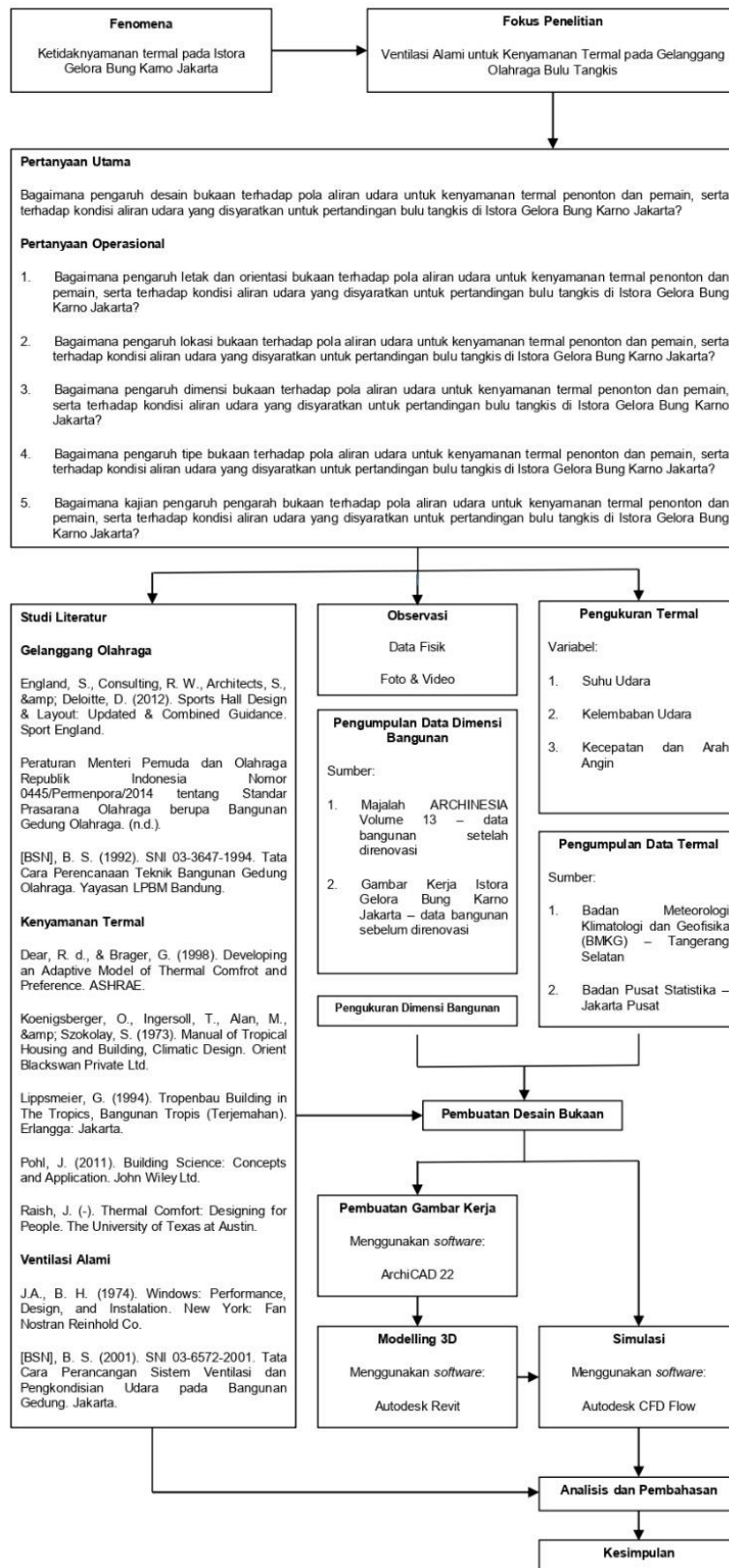
1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah kenyamanan termal dengan pembahasan ventilasi alami.
2. Lingkup pembahasan arsitektur meliputi iklim (kondisi termal yang sudah ada), lingkungan buatan, baik kawasan sekitar, arsitektur, maupun pengendalian strukturalnya (elemen-elemen yang dapat meningkatkan atau menurunkan kondisi termal yang sudah ada), serta manusia di dalamnya (dapat juga meningkatkan dan menurunkan kondisi termal yang sudah ada dengan pelepasan dan perolehan kalor dari dalam tubuhnya).



1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1.4 Kerangka Penelitian