

SKRIPSI 48

**PENGARUH LUBANG CAHAYA DAN BIDANG
PANTUL TERHADAP KENYAMANAN VISUAL
PENONTON STADION AKUATIK
GELORA BUNG KARNO, JAKARTA**



**NAMA : SARAH RIFANI AULIA
NPM : 2016420011**

PEMBIMBING: IR. MIRA DEWI PANGESTU, 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
2020**

SKRIPSI 48

**PENGARUH LUBANG CAHAYA DAN BIDANG
PANTUL TERHADAP KENYAMANAN VISUAL
PENONTON STADION AKUATIK
GELORA BUNG KARNO**



**NAMA : SARAH RIFANI AULIA
NPM : 2016420011**

PEMBIMBING:

IR. MIRA DEWI PANGESTU, M. T.

PENGUJI :

**IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M. T.
WULANI ENGGAR SARI, 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
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sarah Rifani Aulia
NPM : 2016420011
Alamat : Jl. Rancabentang I No. 4A, Cidadap, Bandung
Judul Skripsi : Pengaruh Desain Lubang Cahaya dan Bidang Pantul terhadap
Kenyamanan Visual Penonton Stadion Akuatik 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 autoplajarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Mei 2020



Sarah Rifani Aulia

Abstrak

PENGARUH LUBANG CAHAYA DAN BIDANG PANTUL TERHADAP KENYAMANAN VISUAL PENONTON STADION AKUATIK GELORA BUNG KARNO, JAKARTA

Oleh
Sarah Rifani Aulia
NPM: 2016420011

Selain memiliki fungsi sebagai wadah kegiatan olahraga dan kompetisi renang, Stadion Akuatik juga perlu untuk memfasilitasi para penonton dengan menyediakan area duduk. Tentu saja, kenyamanan visual bagi para penonton menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam desain bangunan ini, salah satunya dengan menciptakan pencahayaan yang baik bagi para penonton.

Stadion Akuatik Gelora Bung Karno memiliki bentuk denah bangunan persegi panjang yang memanjang dari utara ke selatan, serta lubang-lubang cahaya berdimensi besar pada keempat sisinya untuk memasukkan pencahayaan alami. Dalam hal ini, bidang-bidang pantul juga turut berperan, khususnya kolam-kolam renang dalam Stadion Akuatik. Dalam desain bangunan Stadion Akuatik dengan lubang cahaya pada tiap sisinya, posisi matahari juga mampu mempengaruhi letak jatuhnya cahaya, baik langsung, pantulan, maupun cahaya langit. Hal tersebut selanjutnya mempengaruhi keadaan pencahayaan alami dalam Stadion Akuatik, seperti terjadinya kontras dan silau, serta ketidakmerataan cahaya alami.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh dari lubang cahaya dan bidang pantul terhadap kenyamanan visual bagi penonton dalam Stadion Akuatik dan memberikan solusi desain terhadap masalah-masalah yang muncul. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif melalui simulasi. Diperoleh kesimpulan bahwa dimensi lubang cahaya dan bidang pantul yang dipengaruhi oleh posisi semu matahari akan memberi dampak terhadap kenyamanan visual bagi penonton dalam Stadion Akuatik.

Kata Kunci: kenyamanan visual, lubang cahaya, bidang pantul, Stadion Akuatik

Abstract

THE IMPACT OF OPENINGS AND REFLECTIVE PLANES ON AUDIENCES' VISUAL COMFORT IN AQUATIC STADIUM, GELORA BUNG KARNO, JAKARTA

by

Sarah Rifani Aulia

NPM: 2016420011

Besides having a function as a facility for swimming activities and competitions, the Aquatic Stadium also needs to facilitate the audience by providing sitting areas. Of course, visual comfort for the audience is something that needs to be considered in the design of this building, one of them is by creating good lighting for the audience.

The Aquatic Stadium in the Gelora Bung Karno has a rectangular building plan that extends from north to south, as well as large-dimensional openings on all four sides to incorporate natural lighting into the building. In this case, the reflective planes also take part in their roles. Furthermore, related to the design of Aquatic Stadium that has openings on each sides, the existence of the sun's position against the openings is also able to influence the location of the fall of light, both direct, reflective, and sky light. These things then affect the state of natural lighting in the Aquatic Stadium, such as the occurrence of contrast and glare, as well as the uneven distribution of natural lighting in it.

The purpose of this study is to determine the impact of openings and reflective planes on visual comfort for audiences in the Aquatic Stadium and provide design solutions to problems that arise. The research method used in this research is evaluative descriptive with quantitative and qualitative approaches through simulation. It has been concluded that the dimensions of the openings and the reflective planes which are affected by the apparent presence of the sun will have an impact on visual comfort for the audience in the Aquatic Stadium.

Key Words: *visual comfort, openings, reflective planes, Aquatic Stadiums*

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

- Dosen pembimbing, Ibu Ir. Mira Dewi Pangestu, M. T. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga;
- Dosen penguji, Ibu Ir. Amirani Ritva Santoso, M. T. dan Ibu Wulani Enggar Sari, S. T., M. T. atas masukan dan bimbingan yang diberikan;
- Andramatin Architects atas fasilitas berupa penyediaan gambar kerja Stadion Akuatik Gelora Bung Karno, Jakarta;
- Orang tua dan adik yang selalu menyemangati dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi;
- Keluarga besar yang turut serta mendoakan dan memberi semangat selama proses pengerjaan skripsi;
- Teman-teman yang sama-sama berjuang dari rumah masing-masing untuk menyelesaikan tugas-tugas kuliah di tengah masa pandemi COVID-19.

Bandung, Mei 2020

Sarah Rifani Aulia

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR DIAGRAM	xix
DAFTAR GRAFIK	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Kegunaan Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pencahayaan Alami.....	5
2.1.1. Sifat Cahaya.....	6
2.1.2. Keuntungan dan Kendala Cahaya Alami	6
2.2. Posisi Semu Matahari terhadap Stadion Akuatik.....	6
2.3. Pencahayaan Alami dalam Stadion Akuatik	8
2.3.1. Sumber Pencahayaan Alami	9
2.3.2. Pemantulan Cahaya.....	10
2.3.3. Efektivitas Pencahayaan Alami dan Kenyamanan Visual	15
2.3.4. Perencanaan Pemanfaatan Pencahayaan Alami	18
2.4. Cara Memasukkan Cahaya Alami ke Dalam Bangunan	19

2.4.1. Lubang Cahaya Samping.....	20
2.4.2. Sistem Pengendalian Lubang Cahaya Samping	21
2.5. Standar Pencahayaan Alami pada Stadion Akuatik	23
2.6. Definisi Konsepsional	24
2.7. Definisi Operasional.....	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Jenis Penelitian.....	27
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3. Pengenalan Objek Studi	28
3.4. Variabel Penelitian	30
3.5. Skema Metodologi Penelitian	31
3.6. Teknik Pengumpulan Data	32
3.6.1. Studi Literatur dan Standar.....	33
3.6.2. Observasi.....	33
3.6.3. Pengukuran di Lapangan	34
3.6.4. Simulasi	34
3.7. Teknik Analisis Data.....	39
3.7.1. Kondisi di Sekitar Bangunan.....	40
3.7.2. Orientasi dan Kondisi Bangunan.....	40
3.7.3. Elemen Pendukung Pencahayaan Alami dalam Bangunan	40
3.7.4. Pencahayaan Alami pada Bagian Dalam Bangunan.....	40
3.7.5. Pencahayaan Alami pada Titik Ukur di Area Duduk Penonton	41
3.7.6. Teknik Analisis Solusi.....	44
3.8. Pengukuran dan Penentuan Jangkauan Penelitian.....	44
3.8.1. Penentuan Area Duduk Penonton dalam Penelitian	44
3.8.2. Sudut Pemaparan Cahaya Matahari Langsung dari Lubang Cahaya	47
3.8.3. Penentuan Ketinggian Titik Ukur Penelitian.....	50
3.8.4. Penentuan Titik Ukur Penelitian	51
3.8.5. Penentuan Tanggal dan Bulan Pengujian Penelitian	51
3.8.6. Penentuan Waktu Pengujian Penelitian.....	56
3.8.7. Kesimpulan Jangkauan Penelitian.....	61

BAB 4 PENGARUH LUBANG CAHAYA DAN BIDANG PANTUL TERHADAP KENYAMANAN VISUAL PENONTON STADION AKUATIK GELORA BUNG KARNO.....	63
4.1. Stadion Akuatik dan Lingkungannya.....	63
4.1.1. Keadaan Lingkungan	63
4.1.2. Orientasi dan Keadaan Stadion Akuatik	65
4.2. Elemen Pendukung Pencahayaan Alami dalam Stadion Akuatik.....	65
4.2.1. Lubang Cahaya	66
4.2.2. Bidang Pantul.....	70
4.3. Pencahayaan Alami dalam Stadion Akuatik secara Umum.....	71
4.3.1. Perjalanan Cahaya Matahari pada Waktu Pengujian Penelitian	72
4.3.2. Kuantitas Pencahayaan Alami dalam Bangunan: Faktor Langit.....	75
4.3.3. Kualitas Pencahayaan Alami: Kemerataan Cahaya	77
4.4. Pencahayaan Alami pada Titik Ukur di Area Duduk Penonton Sisi Barat	81
4.4.1. Perjalanan dan Sudut Pemaparan Cahaya Matahari terhadap Titik Ukur	81
4.4.2. Titik Ukur I	84
4.4.3. Titik Ukur II.....	87
4.4.4. Titik Ukur III.....	90
4.5. Pencahayaan Alami pada Titik Ukur di Area Duduk Penonton Sisi Timur	93
4.5.1. Perjalanan dan Sudut Pemaparan Cahaya Matahari terhadap Titik Ukur	93
4.5.2. Titik Ukur IV	96
4.5.3. Titik Ukur V.....	99
4.5.4. Titik Ukur VI	102
4.6. Temuan Penelitian.....	105
4.6.1. Peran Lubang Cahaya terhadap Pencahayaan Alami dalam Stadion Akuatik.....	105
4.6.2. Peran Bidang Pantul terhadap Pencahayaan Alami dalam Stadion Akuatik.....	107
4.6.3. Kuantitas Pencahayaan Alami: Faktor Langit.....	111
4.6.4. Kualitas Pencahayaan Alami: Kemerataan Cahaya	113

4.6.5. Kualitas Pencahayaan Alami: Rasio Gradasi Kontras dan Silau.....	115
4.7. Upaya Penyelesaian Masalah pada Stadion Akuatik.....	121
BAB 5 KESIMPULAN PENELITIAN.....	129
5.1. Efektivitas Dimensi Lubang Cahaya.....	129
5.2. Pengaruh Dimensi Lubang Cahaya terhadap Sudut Pemaparan Cahaya Matahari pada Titik-Titik Ukur	129
5.3. Pengaruh Posisi Semu Matahari terhadap Lubang Cahaya dan Bidang Pantul.....	130
5.4. Peran Lubang Cahaya dan Bidang Pantul dalam Kuantitas dan Kualitas Pencahayaan Alami	131
5.5. Upaya Penyelesaian Masalah pada Stadion Akuatik.....	132
DAFTAR PUSTAKA.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang cahaya.....	5
Gambar 2.2 <i>Inverse-Square Law</i> pada cahaya.....	6
Gambar 2.3 Revolusi bumi terhadap matahari.....	6
Gambar 2.4 Ilustrasi terjadinya <i>equinox</i>	7
Gambar 2.5 Ilustrasi terjadinya <i>solstice</i>	7
Gambar 2.6 Posisi semu matahari terhadap ekuator	8
Gambar 2.7 Cahaya langit.....	9
Gambar 2.8 Pantulan spekular, difus, dan semidifus	11
Gambar 2.9 Pemantulan cahaya pada berbagai tekstur permukaan	11
Gambar 2.10 Pemantulan cahaya pada berbagai warna berbeda	12
Gambar 2.11 Percobaan bidang pantul dalam.....	13
Gambar 2.12 <i>Sun glitter</i>	14
Gambar 2.13 Luminasi dan iluminasi	15
Gambar 2.14 Kontras dari lampu kendaraan yang menyebabkan silau	16
Gambar 2.15 <i>Field of view</i> pengamat secara horizontal	17
Gambar 2.16 <i>Field of view</i> pengamat secara vertikal	17
Gambar 2.17 Cahaya matahari langsung	18
Gambar 2.18 Mengontrol cahaya matahari langsung	18
Gambar 2.19 Pemantulan cahaya alami	18
Gambar 2.20 Cahaya alami dari ketinggian.....	19
Gambar 2.21 Cahaya alami yang disaring	19
Gambar 2.22 Lubang cahaya samping dengan posisi tengah dan tidak di tengah	20
Gambar 2.23 Lubang cahaya samping dengan posisi tinggi.....	21
Gambar 2.24 Teritis	22
Gambar 2.25 <i>Lightshelf</i>	22
Gambar 3.1 Rencana tapak Gelora Bung Karno, Jakarta.....	27
Gambar 3.2 Bagian dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno	28
Gambar 3.3 Bagian luar Stadion Akuatik Gelora Bung Karno.....	28
Gambar 3.4 Stadion Akuatik GBK sebelum renovasi	28
Gambar 3.5 Stadion Akuatik GBK setelah renovasi.....	28
Gambar 3.6 Denah Stadion Akuatik Gelora Bung Karno.....	29
Gambar 3.7 Potongan memendek Stadion Akuatik (barat-timur)	30

Gambar 3.8 <i>Luxmeter</i>	34
Gambar 3.9 Penjelasan antarmuka fungsi <i>Sun Position</i> di website Sun Earth Tools.....	35
Gambar 3.10 Penjelasan antarmuka <i>software</i> Sketchup	36
Gambar 3.11 Penjelasan antarmuka <i>software</i> Velux Daylight Visualizer 3	37
Gambar 3.12 Antarmuka ketika melakukan <i>render</i> tipe <i>luminance</i>	38
Gambar 3.13 Antarmuka ketika melakukan <i>render</i> tipe <i>illuminance</i>	38
Gambar 3.14 Antarmuka ketika melakukan <i>render</i> tipe <i>daylight factor</i>	38
Gambar 3.15 Skala/ <i>range</i> warna yang pada <i>rendering false perspective luminance/illuminance</i> (kiri) dan <i>daylight factor/faktor</i> langit (kanan).....	39
Gambar 3.16 <i>Vertical field of view</i> penonton Stadion Akuatik.....	41
Gambar 3.17 Contoh arah pandang pengamat ke kolam dari salah satu titik ukur	42
Gambar 3.18 Contoh arah pandang pengamat ke area duduk penonton di seberangnya dari salah satu titik ukur	42
Gambar 3.19 Rasio gradasi kontras.....	42
Gambar 3.20 Rasio silau	43
Gambar 3.21 Penentuan titik ukur sampel dalam pengukuran intensitas pencahayaan alami	45
Gambar 3.22 Ketinggian masing-masing titik ukur sampel.....	45
Gambar 3.23 Penentuan area duduk penonton dalam penelitian	47
Gambar 3.24 Sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya terhadap suatu titik ukur	48
Gambar 3.25 Simulasi kemungkinan arah datangnya cahaya matahari langsung pada suatu titik melalui lubang cahaya	48
Gambar 3.26 Simulasi kemungkinan pengamat di titik ukur melihat cahaya langit secara langsung melalui lubang cahaya	48
Gambar 3.27 Lokasi titik ukur sampel (A-E) dan lubang cahaya (1-3) pada potongan memendek	49
Gambar 3.28 Ketinggian titik ukur sampel dengan sudut pemaparan cahaya matahari terbesar di area duduk penonton.....	51
Gambar 3.29 Letak titik-titik ukur penelitian pada denah Stadion Akuatik.....	51
Gambar 3.30 Jalur matahari terhadap Stadion Akuatik tanggal 21 Maret 2020 (ditandai warna kuning).....	52
Gambar 3.31 Ketinggian posisi matahari tiap jam terhadap Stadion Akuatik tanggal 21 Maret 2020	54

Gambar 3.32 Ketinggian posisi matahari tiap jam terhadap Stadion Akuatik tanggal 21 September 2020	54
Gambar 3.33 Arah datang cahaya matahari tanggal 21 Maret 2020.....	55
Gambar 3.34 Jalur perjalanan matahari pada 21 Maret 2020	55
Gambar 4.1 Stadion Akuatik Gelora Bung Karno	63
Gambar 4.2 Area sekitar Stadion Akuatik Gelora Bung Karno.....	64
Gambar 4.3 Kondisi sekitar bangunan pada bagian utara ke timur	64
Gambar 4.4 Kondisi sekitar bangunan pada bagian timur ke selatan	64
Gambar 4.5 Kondisi sekitar bangunan pada bagian selatan.....	64
Gambar 4.6 Taman Kridaloka Senayan 1 pada bagian barat bangunan.....	64
Gambar 4.7 Kompleks Gelora Bung Karno.....	65
Gambar 4.8 Lubang-lubang cahaya pada sisi timur dan barat	66
Gambar 4.9 Lubang cahaya pada sisi utara.....	66
Gambar 4.10 Lubang cahaya pada timur, barat, dan utara.....	66
Gambar 4.11 Jatuhnya cahaya matahari langsung dan terlihatnya cahaya langit pada 21 Maret 2020 pukul 06.30.....	67
Gambar 4.12 Jatuhnya cahaya matahari langsung dan terlihatnya cahaya langit pada 21 Januari 2020 pukul 07.30.....	68
Gambar 4.13 Potongan memanjang dan memendek Stadion Akuatik.....	68
Gambar 4.14 Ilustrasi <i>rule of thumb</i> desain lubang cahaya 2 pada potongan memendek Stadion Akuatik	69
Gambar 4.15 <i>Finishing</i> elemen bidang pantul dan indeks pantul pada Stadion Akuatik .	70
Gambar 4.16 Ketinggian bidang ukur faktor langit	76
Gambar 4.17 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit	76
Gambar 4.18 Lokasi pengamat dalam simulasi pemerataan cahaya/iluminasi cahaya.....	78
Gambar 4.19 Letak titik-titik ukur penelitian di area duduk penonton sisi barat.....	81
Gambar 4.20 Simulasi faktor langit pada titik ukur I.....	84
Gambar 4.21 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit	84
Gambar 4.22 Simulasi faktor langit pada titik ukur I dan denah Stadion Akuatik	84
Gambar 4.23 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	84
Gambar 4.24 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton timur	84
Gambar 4.25 Simulasi faktor langit pada titik ukur II	87
Gambar 4.26 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit	87
Gambar 4.27 Simulasi faktor langit pada titik ukur II dan denah Stadion Akuatik.....	87

Gambar 4.28 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	87
Gambar 4.29 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton timur	87
Gambar 4.30 Simulasi faktor langit pada titik ukur III	90
Gambar 4.31 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit.....	90
Gambar 4.32 Simulasi faktor langit pada titik ukur III dan denah Stadion Akuatik.....	90
Gambar 4.33 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	90
Gambar 4.34 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton timur	90
Gambar 4.35 Letak titik-titik ukur penelitian di area duduk penonton sisi timur	93
Gambar 4.36 Simulasi faktor langit pada titik ukur IV	96
Gambar 4.37 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit.....	96
Gambar 4.38 Simulasi faktor langit pada titik ukur IV dan denah Stadion Akuatik.....	96
Gambar 4.39 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	96
Gambar 4.40 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton barat	96
Gambar 4.41 Simulasi faktor langit pada titik ukur V	99
Gambar 4.42 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit.....	99
Gambar 4.43 Simulasi faktor langit pada titik ukur V dan denah Stadion Akuatik.....	99
Gambar 4.44 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	99
Gambar 4.45 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton barat	99
Gambar 4.46 Simulasi faktor langit pada titik ukur VI.....	102
Gambar 4.47 <i>Range</i> warna pengukuran faktor langit.....	102
Gambar 4.48 Simulasi faktor langit pada titik ukur V dan denah Stadion Akuatik.....	102
Gambar 4.49 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke kolam	102
Gambar 4.50 Arah pandang pengamat di titik ukur 1 ke area duduk penonton barat	102
Gambar 4.52 Nama dan letak lubang cahaya	106
Gambar 4.53 Ketinggian bidang ukur faktor langit	111
Gambar 4.54 Letak ketinggian titik ukur I hingga VI (ditandai warna merah).....	112
Gambar 4.55 Letak titik-titik ukur penelitian pada denah Stadion Akuatik.....	112
Gambar 4.56 Gradasi faktor langit berdasarkan denah	113
Gambar 4.57 Gradasi faktor langit berdasarkan ketinggian lokasi dalam bangunan	113
Gambar 4.58 <i>Sun shade/fabric net</i>	126
Gambar 4.59 Letak pemasangan dan cara kerja <i>sun shade</i>	126
Gambar 4.60 Perspektif bagian luar bangunan setelah pemasangan <i>sun shade</i> (ditandai warna hijau).....	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daya pantul dari warna permukaan	13
Tabel 2.2 Tekstur material tidak tembus cahaya.....	14
Tabel 3.1 Tabel variabel penelitian.....	30
Tabel 3.2 Tabel data dan teknik pengumpulan data tiap poin penelitian.....	32
Tabel 3.3 Tabel penggunaan simulasi Velux Daylight Visualizer 3.....	38
Tabel 3.4 Tabel rasio gradasi kontras dan rasio silau	43
Tabel 3.5 Pengukuran pertama intensitas pencahayaan alami pada titik-titik ukur sampel	46
Tabel 3.6 Pengukuran kedua intensitas pencahayaan alami pada titik-titik ukur sampel.....	46
Tabel 3.7 Rata-rata intensitas pencahayaan alami pada titik-titik ukur	46
Tabel 3.8 Tabel sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya terhadap titik sampel	49
Tabel 3.9 Tabel sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya 3 terhadap titik sampel.....	50
Tabel 3.10 Tabel ilustrasi jalur matahari tiap tanggal 21 per bulan.....	53
Tabel 3.11 Data elevasi dan <i>azimuth</i> matahari tiap 30 menit terhadap lokasi Stadion Akuatik tanggal 21 Maret 2020	55
Tabel 3.12 Simulasi jalan masuknya cahaya matahari tiap 30 menit tanggal 21 Maret 2020	56
Tabel 3.13 Simulasi jalan masuknya cahaya matahari ke dalam bangunan pada waktu penelitian tanggal 21 Maret 2020.....	60
Tabel 3.14 Tabel kesimpulan jangkauan penelitian.....	61
Tabel 4.1 Perhitungan rasio luas lubang cahaya berbanding dengan luas lantai	69
Tabel 4.2 Tabel elemen bidang pantul dan indeks pantul.....	71
Tabel 4.3 Tabel perjalanan cahaya matahari pada waktu pengujian penelitian 21 Maret 2020	72
Tabel 4.4 Tabel faktor langit pada berbagai ketinggian bidang ukur di Stadion Akuatik	76
Tabel 4.5 Kemerataan intensitas pencahayaan alami.....	78
Tabel 4.6 Perjalanan dan sudut pemaparan cahaya matahari terhadap titik ukur sisi barat	81
Tabel 4.7 Tabel perjalanan dan sudut pemaparan cahaya matahari terhadap titik ukur sisi timur.....	93

Tabel 4.8 Tabel peran lubang cahaya.....	106
Tabel 4.9 Tabel perbandingan luminasi pencahayaan alami.....	107
Tabel 4.10 Nilai persentase faktor langit pada Stadion Akuatik secara umum.....	111
Tabel 4.11 Nilai persentase faktor langit pada titik-titik ukur penelitian.....	112
Tabel 4.12 Tabel pemerataan pencahayaan alami.....	114
Tabel 4.13 Tabel konversi rasio silau untuk diagram gabungan rasio silau.....	115
Tabel 4.14 Tabel temuan hasil posisi semu matahari terhadap rasio silau pada waktu pengujian penelitian	118
Tabel 4.15 Tabel jumlah data yang telah dianalisis dalam aspek efektivitas kenyamanan visual	122
Tabel 4.16 Tabel pencapaian kenyamanan visual dalam Stadion Akuatik	122
Tabel 4.17 Tabel pemilihan upaya penyelesaian masalah faktor langit dan pemerataan pencahayaan alami pada Stadion Akuatik.....	123
Tabel 4.18 Tabel simulasi penggantian material plafon terhadap pemerataan pencahayaan alami.....	124
Tabel 4.19 Tabel simulasi penggantian material plafon terhadap <i>range</i> warna faktor langit	125
Tabel 4.20 Tabel pemilihan solusi masalah silau berdasarkan kriteria	126

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2.1 Diagram definisi konseptual.....	24
Diagram 2.2 Diagram definisi operasional	25
Diagram 3.1 Diagram metodologi penelitian.....	31
Diagram 3.2 Diagram runtutan bahasan analisis data.....	39

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik rasio silau pandangan ke kolam renang.....	116
Grafik 4.2 Grafik rasio silau pandangan ke kolam renang dari 3 pasang titik ukur.....	116
Grafik 4.3 Grafik rasio silau pandangan ke lubang cahaya	117
Grafik 4.4 Grafik rasio silau pandangan ke lubang cahaya dari 3 pasang titik ukur.....	117

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bangunan Stadion Akuatik di kompleks Gelora Bung Karno secara umum memiliki denah berbentuk persegi panjang, dimana sisi memanjang membentang dari utara ke selatan. Di samping kegunaannya untuk berolahraga dan kompetisi renang, Stadion Akuatik ini juga turut memfasilitasi para penonton dengan menyediakan area duduk di sisi timur dan barat bangunan. Tentu saja, kenyamanan visual bagi para penonton menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam desain bangunan ini, salah satunya dengan menciptakan pencahayaan yang baik bagi para penonton.

Menelusuri tentang kenyamanan visual bagi para penonton yang duduk di sisi timur dan barat Stadion Akuatik Gelora Bung Karno, sebenarnya telah terdapat beberapa variasi teknik memasukkan cahaya alami yang digunakan. Untuk memasukkan cahaya ke dalam bangunan, desain Stadion Akuatik berbentuk lebar ini memiliki lubang cahaya yang besar di keempat sisinya. Selain itu, beberapa hal lain seperti keberadaan atap tribun eksisting, air pada kolam renang, hingga pilihan bahan *finishing* bangunan juga mampu mempengaruhi keoptimalan pencahayaan alami dalam bangunan tersebut. Penelusuran mengenai kenyamanan visual bagi penonton dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno tidak hanya berhenti pada pengaruh desain arsitekturalnya saja. Dalam desain bangunan Stadion Akuatik ini, keberadaan posisi matahari terhadap lubang cahaya juga mampu mempengaruhi letak jatuhnya cahaya, baik langsung, pantulan, maupun cahaya langit.

Kenyataannya, meski penonton bukan merupakan bagian utama dalam Stadion Akuatik, pihak ini tetap memerlukan kenyamanan visual saat diadakannya pertandingan. Desain lubang cahaya yang berdimensi cukup tinggi pada Stadion Akuatik Gelora Bung Karno ini sebenarnya dapat menciptakan beberapa hal yang berdampak pada kenyamanan visual penonton pada waktu-waktu tertentu, misalnya silau dan kontras, hingga perbedaan pemerataan cahaya matahari. Membuatnya berbeda dari bangunan-bangunan lain, keberadaan kolam renang dalam Stadion Akuatik ini juga tentunya akan berdampak terhadap pencahayaan di dalamnya, khususnya bagi para penonton di sisi barat dan timur kolam-kolam renang.

1.2. Perumusan Masalah

Secara umum, Stadion Akuatik dalam kompleks Gelora Bung Karno menggunakan pencahayaan buatan pada saat dilakukannya pertandingan, padahal pada keempat sisi bangunan telah diberi lubang-lubang cahaya yang berukuran besar. Hal ini sebenarnya membuktikan meski lubang-lubang cahaya yang disediakan berukuran besar, hal tersebut belum tentu efektif untuk meneruskan pencahayaan alami yang sesuai standar dari luar ke dalam bangunan.

Melihat dari sudut pandang penonton, terjadi kontradiksi antara dimensi lubang-lubang cahaya yang besar tanpa penghalang dengan kenyamanan visual di dalam bangunan. Akibat bentuk bangunan berbenteng lebar dan lubang-lubang cahaya yang besar, tidak jarang terjadi kontras dan silau antara ruang luar dan dalam bangunan sehingga mengganggu pandangan dari arah penonton. Kontras dan silau yang terjadi pada waktu-waktu tertentu ini disebabkan oleh masuknya cahaya matahari langsung yang menyorot area penonton, cahaya pantulan dari kolam renang, atau sekadar dapat dilihatnya langit secara gamblang tanpa penghalang. Hal ini secara khusus mengganggu kenyamanan visual bagi penonton yang duduk menghadap lubang cahaya pada waktu-waktu tertentu.

Tidak terkecuali, posisi semu matahari pada tiap waktu terhadap lokasi Stadion Akuatik memiliki peran penting juga dalam menciptakan kondisi pencahayaan di dalam bangunan. Tentunya, arah datang cahaya matahari tidak akan sama tiap waktu sehingga perlu pula mempertimbangkan waktu-waktu penyinaran yang tepat untuk dilakukannya penelitian.

Pada penelitian ini, permasalahan penelitian dipaparkan dalam pertanyaan-pertanyaan penelitian. Pertanyaan di bawah ini terdiri dari lima pertanyaan dasar penelitian yang saling berkaitan, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas dimensi lubang cahaya dibandingkan denah luas bangunan Stadion Akuatik Gelora Bung Karno?
2. Bagaimana pengaruh dimensi lubang cahaya terhadap besarnya sudut pemaparan cahaya matahari pada area duduk penonton dan kolam renang dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno?
3. Bagaimana pengaruh keberadaan semu matahari terhadap lubang cahaya dan bidang pantul bagi pencahayaan alami untuk penonton dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno?

4. Bagaimana peran lubang cahaya dan bidang pantul dalam kuantitas dan kualitas pencahayaan alami dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno?
5. Bagaimana upaya meningkatkan kenyamanan visual penonton dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno?

1.3. Tujuan Penelitian

Peneliti bermaksud untuk mencari peran dari lubang cahaya dan bidang pantul terhadap kenyamanan visual penonton dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno, baik berdasarkan standar-standar kuantitas maupun secara kualitas cahaya alami. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mencari upaya-upaya memaksimalkan kenyamanan visual bagi penonton dalam Stadion Akuatik ini.

1.4. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menggali, menganalisis, membahas, serta memberikan masukan terhadap terjadinya fenomena dan masalah pencahayaan alami dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno, khususnya yang berkaitan dengan kenyamanan visual bagi para penonton dalam bangunan ini. Kegunaan dari penelitian ini dapat dipandang dari berbagai pihak, yaitu:

1. Bagi pengelola Stadion Akuatik Gelora Bung Karno, sebagai pengetahuan dan masukan dalam upaya memaksimalkan kenyamanan visual bagi penonton berupa solusi desain pencahayaan alami lebih lanjut;
2. Bagi peneliti hal serupa, sebagai referensi penelitian yang dapat kemudian digali dan dibahas lebih dalam;
3. Bagi para pembaca, sebagai pengetahuan di bidang arsitektur, khususnya pencahayaan alami yang menunjang kenyamanan visual untuk penonton dalam Stadion Akuatik Gelora Bung Karno.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini membahas tentang pencahayaan alami dalam bangunan dan kenyamanan visual di dalamnya. Pembahasan ini dilakukan dengan batasan sesuai dengan pertanyaan penelitian, yaitu:

1. Pengendalian pencahayaan alami, meliputi orientasi bangunan, perencanaan tapak, bentuk bangunan, material bangunan, dan jenis lubang cahaya pada bangunan;
2. Faktor yang mempengaruhi pencahayaan alami dalam bangunan, meliputi sumber cahaya, jenis pantulan cahaya pada permukaan, tingkat terang cahaya pantulan;
3. Pencahayaan alami dalam bangunan yang dihasilkan, meliputi kuantitas dan kualitas pencahayaan alami.