

BAB V

KESIMPULAN PENELITIAN

Setelah menganalisis keadaan pencahayaan alami dalam Stadion Akuatik pada bab IV, kesimpulan dan saran berupa solusi akan dijabarkan pada bab ini. Kesimpulan yang akan dibahas merupakan jawaban dari pertanyaan penelitian yang tercantum pada poin 1.2.

5.1. Efektivitas Dimensi Lubang Cahaya

Analisis mengenai rasio perbandingan luas lubang cahaya dan luas bangunan, atau dapat disebut dengan *window to floor ratio* yang telah dibahas pada poin 4.2.1. Pada pembahasan tersebut, telah dijabarkan penamaan tiap lubang cahaya dalam Stadion Akuatik, yaitu lubang cahaya 1 hingga 5. Tiap lubang cahaya pada Stadion Akuatik memiliki bentuk dan dimensi yang berbeda-beda sehingga mampu meneruskan cahaya matahari dengan keteraturan bentuk dan luasan yang berbeda-beda.

Memiliki lubang-lubang cahaya berdimensi besar rupanya bukan merupakan jaminan bahwa bagian dalam bangunan mampu mendapatkan pencahayaan alami yang baik dan merata. Meski pada perhitungan *window to floor ratio* didapatkan nilai sebesar 1 : 2.85 atau 35% dan dapat dikatakan sangat memadai, berdasarkan *rule of thumb* desain lubang cahaya dianggap tidak memadai. Berdasarkan *rule of thumb* desain lubang cahaya, seharusnya standar kedalaman ruang maksimum adalah 2 – 2.5 kali dari tinggi lubang cahaya agar memenuhi tingkat iluminasi minimal dan pendistribusian cahaya merata. Cahaya matahari yang melalui lubang cahaya 3 (terbesar pada sisi barat dan timur), hanya mampu menetralkan cahaya hingga bagian tengah area duduk penonton saja.

5.2. Pengaruh Dimensi Lubang Cahaya terhadap Sudut Pemaparan Cahaya Matahari pada Titik-Titik Ukur

Ukuran lubang cahaya 3 adalah yang terbesar pada sisi barat dan timur, sedangkan lubang cahaya 5 merupakan lubang cahaya satu-satunya dan yang terbesar pada sisi utara Stadion Akuatik. Pada tabel sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya terhadap titik sampel (tabel 3.8, poin 2.8.2), lubang cahaya 3 juga memiliki sudut pemaparan cahaya matahari terbesar.

Besarnya dimensi lubang cahaya dapat mempengaruhi sudut pemaparan cahaya matahari, khususnya pada titik-titik ukur. Pernyataan dari tabel 3.8 poin 3.8.2 adalah sebagai berikut:

1. Semakin besar sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya terhadap suatu titik ukur, maka akan semakin lama durasi pemaparan cahaya matahari langsung;
2. Semakin besar sudut pemaparan cahaya matahari dari lubang cahaya terhadap suatu titik ukur, maka akan semakin besar kemungkinan suatu titik di area tempat duduk penonton merasakan kontras atau silau akibat cahaya matahari langsung maupun cahaya langit.

Pernyataan pertama terbukti melalui tabel peran lubang cahaya (poin 4.6.1, tabel 4.8), dimana lubang cahaya 3 (terbesar di sisi timur dan barat) mampu meneruskan cahaya matahari langsung hingga ke titik ukur dan/atau kolam renang pada enam dari tujuh waktu penelitian, diikuti lubang cahaya 1 pada lima dari tujuh waktu penelitian, sedangkan lubang cahaya 2 tidak mampu berperan.

Pernyataan kedua dibuktikan pula melalui tabel yang sama bahwa lubang cahaya 3 lebih memiliki kemampuan meneruskan cahaya matahari langsung daripada lubang cahaya 1 dan 2 yang berukuran lebih kecil. Pernyataan ini juga dilengkapi dengan keadaan bahwa lubang cahaya 4 (berdimensi tinggi pada sisi timur dan barat) mampu menciptakan silau langsung akibat pengamat, khususnya titik ukur 3 dan 4, mampu memandang langit secara langsung dan mudah; serta lubang cahaya 5 (berdimensi sangat besar pada sisi utara) mampu menciptakan silau langsung akibat pengamat dari semua titik ukur dapat melihat langit berintensitas tinggi secara langsung dan mudah.

5.3. Pengaruh Posisi Semu Matahari terhadap Lubang Cahaya dan Bidang Pantul

Posisi semu matahari tiap bulan berubah-ubah terhadap suatu titik di permukaan bumi. Penelitian ini menggunakan posisi semu matahari tanggal 21 Maret 2020, yaitu ketika tepat terbit di timur dan terbenam di barat. Akibat dari pengambilan waktu pengujian penelitian pada hari tersebut, lubang cahaya timur dan barat Stadion Akuatik berperan maksimal dalam meneruskan pencahayaan alami karena secara tegak lurus terpapar cahaya matahari. Jika tanggal pengujian tidak dilakukan pada 21 Maret 2020, kondisi pencahayaan alami lainnya dapat terjadi.

Posisi semu matahari di pagi hari memberikan peran bagi lubang cahaya timur sebagai penerus cahaya matahari langsung, sedangkan pada sore hari berlaku sebaliknya.

Cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan kemudian sampai pada bidang-bidang pantul dalam bangunan, seperti kolam renang, atap tribun eksisting, dan area duduk penonton, lalu kembali memantulkan cahaya sesuai dengan daya pantulnya masing-masing. Ketika matahari berada pada ketinggian maksimalnya atau pada siang hari, bidang pantul yang menerima cahaya langit berperan secara maksimal, dalam hal ini secara khusus merujuk pada area kolam renang *warming up* di sisi utara bangunan yang secara signifikan memantulkan cahaya langit hingga ke bagian dalam Stadion Akuatik. Perbedaan posisi semu matahari tiap waktu memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap lubang cahaya dan bidang pantul, hingga akhirnya terwujud pencahayaan alami dalam Stadion Akuatik.

5.4. Peran Lubang Cahaya dan Bidang Pantul dalam Kuantitas dan Kualitas Pencahayaan Alami

Dalam Stadion Akuatik, lubang cahaya dan bidang pantul merupakan elemen pendukung pencahayaan alami. Melalui lubang cahaya, cahaya matahari masuk, baik merupakan cahaya matahari langsung maupun cahaya langit, kemudian dipantulkan kembali oleh bidang-bidang pantul.

Terdapat lima jenis lubang cahaya pada Stadion Akuatik yang memiliki perannya masing-masing terhadap pencahayaan alami. Letak kelima jenis lubang cahaya tersebut pun berbeda-beda. Lubang cahaya 1 hingga 4 pada sisi barat dan timur mampu meneruskan cahaya matahari langsung dan cahaya langit pada tanggal 21 Maret 2020, sedangkan lubang cahaya 5 hanya meneruskan cahaya langit saja karena letaknya yang membuka ke utara. Kelima lubang cahaya ini juga berperan dalam menciptakan silau langsung akibat cahaya matahari langsung dan cahaya langit, serta juga meneruskan cahaya matahari yang kemudian menyebabkan silau tidak langsung akibat pantulan cahaya pada bidang pantul. Sudut pemaparan cahaya matahari melalui lubang-lubang cahaya terhadap titik-titik pengamatan dalam Stadion Akuatik juga ikut dipengaruhi oleh dimensi dan letak lubang cahaya.

Secara umum, bidang-bidang pantul dalam Stadion Akuatik dikelompokkan menjadi plafon, dinding, dan lantai. Keadaan plafon berupa atap tribun eksisting merupakan bidang pantul yang baik karena berwarna terang dan halus, namun plafon kain abu-abu tidak berkinerja cukup baik karena tidak memiliki daya pantul yang baik sehingga menciptakan kinerja bidang pantul yang kurang. Keadaan dinding berupa dinding-dinding dan area duduk penonton di sisi timur dan barat cukup baik untuk kembali memantulkan cahaya

kembali, baik ke plafon maupun area sekitarnya. Keadaan lantai berupa lantai pinggir kolam mampu memantulkan cahaya namun tidak signifikan, sedangkan air kolam renang sangat signifikan memantulkan cahaya alami hingga mampu menciptakan pemerataan pencahayaan alami, khususnya ketika cahaya matahari langsung tepat jatuh padanya. Tiap bidang pantul memiliki performa yang berbeda tergantung dengan material permukaannya dan arah datangnya cahaya matahari kepadanya.

5.5. Upaya Penyelesaian Masalah pada Stadion Akuatik

Terdapat dua masalah yang disimpulkan berdasarkan penelitian, yaitu terkait nilai persentase faktor langit dan pemerataan pencahayaan alami; dan silau. Dalam mencari upaya untuk menjadi solusi terbaik dalam penanganan kedua masalah tersebut, telah dilakukan proses pemilihan solusi yang sesuai berdasarkan kriteria-kriteria tertentu.

Untuk menyelesaikan masalah terkait nilai persentase faktor langit dan pemerataan pencahayaan alami yang mayoritas belum mencapai standar, upaya yang dilakukan adalah dengan mengganti plafon kain abu-abu menjadi berwarna putih. Penggantian plafon kain abu-abu menjadi berwarna lebih terang mampu memberikan peningkatan pemerataan pencahayaan alami secara signifikan dan nilai persentase faktor langit.

Dalam menyelesaikan masalah terkait penanganan silau, baik merupakan silau langsung maupun tidak langsung, upaya yang dilakukan adalah dengan penambahan panel tirai berpori berbahan vinil di bagian luar lubang cahaya. Upaya ini dapat menjadi solusi bagi kenyamanan visual penonton Stadion Akuatik dengan cara menyaring cahaya matahari yang masuk menjadi lebih tersebar dan berukuran lebih kecil, namun tidak menghalangi pandangan ke luar bangunan dan sirkulasi udara alami.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Brown, G. Z. (2001) *Sun, Wind & Light – Architectural Design Strategies*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Evans, Benjamin H. (1981) *Daylight in Architecture*. New York: Architectural Record McGraw-Hill Publications Company.
- Karlen, Mark; James, Benya. (2004) *Lighting Design Basics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lam, William M. C. (1986) *Sunlighting as Formgiver for Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold Company Limited.
- Lechner, Norbert. (2001) *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects, Second Edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Moore, Fuller. (1985) *Concepts and Practice of Architectural Daylighting*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, Inc.
- Pangestu, Mira Dewi. (2019) *Pencahayaan Alami dalam Bangunan*. Bandung: Unpar Press.
- Starr, Cecie. (2005) *Biology: Concepts and Applications*. USA: Thomson Brooks/Cole.

Jurnal dan Tesis Online

- Cox, C.; Munk, W. (1954) *Measurements of the Roughness of the Sea Surface from Photographs of the Sun's Glitter*. *Journal of the Optical Society of America*.
- Nedhal, Al-Tamimi; Syed, Fadzil Sharifah; dan Adel, Abdullah. (2016) *Relationship between Window-to-Floor Area Ratio and Single-Point Daylight Factor in Varied Residential Rooms in Malaysia*. *Indian Journal of Science and Technology*.
- Panjaitan, Diva. (2016) *Pengaruh Lubang Cahaya dan Bidang Refleksi terhadap Efektivitas Pencahayaan Alami di Rumah Kindah Office Jakarta*. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Indrani, Hedy. (2008) *Kinerja Penerangan Alami pada Hunian Rumah Susun Dupak Bangunrejo Surabaya*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Brown, Frank M. (1893) *Ratio of Window Area to Floor Area of Buildings*. *University of Illinois*.
- Blume, Christine; Garbazza, Corrado; dan Spitschan, Manuel. (2019) *Effects of Light on Human Circadian Rhythms, Sleep, and Mood*.

Artikel

Pidcock, Caroline. 2014. *Window Ratio to Floor Area Advice*. <https://renew.org.au/sanctuary-magazine/ideas-advice/window-ratio-to-floor-area-advice/> (diakses pada Maret 2020)

Kreasi Estetika. 2014. Suntex Blind Onna Platinum. <https://www.kreasiestetika.com/product/suntex-blind-onna-platinum/> (diakses pada 22 April 2020)

Vecchiato, Alberto. 2018. *Do The Sun and Moon Really Rise in The East?*. <https://skyandtelescope.org/astronomy-resources/sunrise-moonrise-east/>. (diakses pada 6 Mei 2020)

Aplikasi pada Website

Sun Earth Tools. https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en

Andrew Marsh. <https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath3d.html>

Standar

FINA *Facilities Rules* 2017 – 2021

Permenpora Nomor 0636 tahun 2014

SNI 03-2396-2001

BREEAM *Daylight Factor*