

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Pencahayaan merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam perancangan gelanggang olahraga tenis *indoor*. Gelanggang Olahraga tenis *Indoor* Siliwangi menggunakan strategi pencahayaan *toplighting* dengan menggunakan bukaan *skylight* untuk memasukan pencahayaan alami ke dalam bangunan bagi area pertandingan. Namun penggunaan *toplighting* berupa *skylight* dapat membawa serta radiasi matahari masuk ke dalam bangunan, besar nilai radiasi tersebut ditentukan oleh desain *skylight* yang diterapkan.

Berdasarkan hasil simulasi, analisis, dan evaluasi didapatkan bahwa performa pencahayaan alami pada kondisi eksisting yang dihasilkan oleh bukaan *skylight* memiliki nilai pemerataan 0.2 dan nilai ADF 1.6% dimana kondisi pencahayaan tersebut belum memenuhi standar pemerataan yang ditetapkan oleh BREEAM 0.3 dan standar nilai ADF berdasarkan acuan dari Lechner untuk *gymnasium* sebesar 2%.

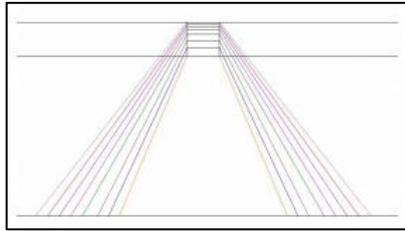
Parameter desain *skylight* yang dapat mempengaruhi performa pencahayaan alami menurut Lechner, 2001 adalah jumlah, dimensi, dan konfigurasi (jarak dan orientasi) *skylight*. Parameter desain *skylight* tersebut juga menjadi hal yang dapat mempengaruhi radiasi matahari yang masuk. Oleh karena itu, dilakukan sejumlah pengujian variabel terkait jumlah, dimensi dan konfigurasi *skylight* untuk mendapatkan korelasi bagaimana setiap variabel mempengaruhi performa pencahayaan alami dan radiasi matahari ke dalam bangunan.

Agar mendapatkan hasil yang valid, pengujian variabel bebas (desain *skylight*) diterapkan pada kondisi eksisting bangunan sebagai variabel kontrol. Salah satunya pengaplikasian variabel bebas pada atap lengkung sebagai bentuk atap yang digunakan pada bangunan eksisting.

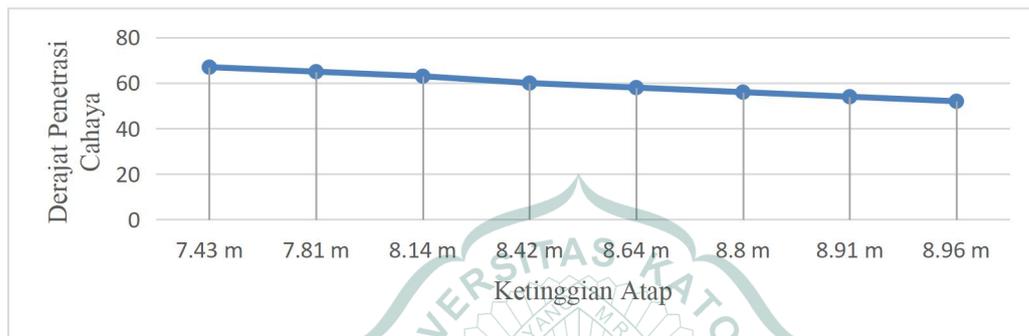
##### **5.1.1. Penetrasi Cahaya pada Atap Lengkung**

Pada simulasi kondisi eksisting didapatkan bahwa atap lengkung memberikan penetrasi pencahayaan dengan derajat penetrasi yang berbeda pada setiap kenaikan ketinggian atap dan kemiringan atap. Selisih ketinggian atap sebesar 1.5m dapat menghasilkan selisih derajat penetrasi pencahayaan lewat bukaan sebesar 15 derajat.

Semakin rendah ketinggian atap, derajat penetrasi cahaya semakin besar atau semakin tegak lurus sehingga pencahayaan semakin terfokus, sementara semakin tinggi pencahayaan semakin menyebar.

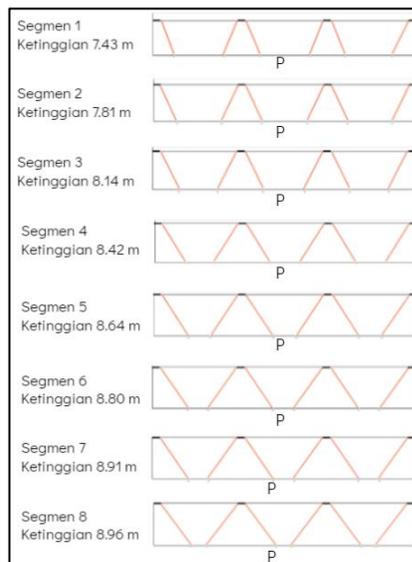


Gambar 5.1 Perbedaan Derajat Penetrasi Cahaya pada Setiap Kenaikan Ketinggian Atap

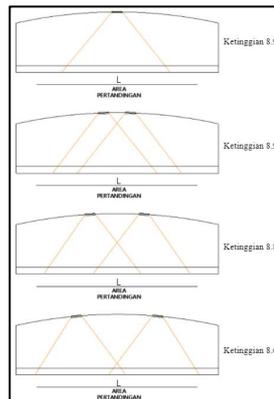


Gambar 5.2 Grafik Hubungan Ketinggian Atap dan Derajat Penetrasi Cahaya

Penetrasi cahaya untuk atap lengkung di sisi panjang bangunan bersifat simetris, sementara di sisi lebar bangunan bersifat asimetris atau memiliki selisih derajat kemiringan atap. Selisih derajat penetrasi semakin bertambah seiring dengan besarnya derajat kemiringan atap. Sementara pada puncak atap, penetrasi cahaya bersifat simetris.



Gambar 5.3 Derajat Penetrasi Cahaya di Sisi Panjang Bangunan



Gambar 5.4 Derajat Penetrasi Cahaya di Sisi Lebar Bangunan



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Derajat Kemiringan Atap dan Selisih Derajat Penetrasi Cahaya

### 5.1.2. Pengaruh Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi Terhadap Performa Pencahayaan Alami

Berdasarkan data simulasi dan derajat penetrasi, didapatkan bahwa kondisi *skylight* eksisting dengan dimensi 1.5m x 30m berjumlah 4 buah dengan konfigurasi jarak antar *skylight* 18 m dan orientasi melintang menghasilkan penetrasi cahaya yang tidak merata dan nilai ADF belum terpenuhi.

Pengujian variabel dilakukan dengan modifikasi 1, 2, dan 3 yaitu memperbanyak jumlah *skylight* dengan memperkecil dimensi *skylight*, menggunakan konfigurasi jarak dekat dan renggang (modifikasi 1 dengan jarak antar *skylight* 4m, modifikasi 2 dengan jarak antar *skylight* 8m dan modifikasi 3 dengan jarak antar *skylight* 12m), namun tetap menggunakan konfigurasi orientasi melintang sesuai dengan kondisi eksisting. Hasil performa pencahayaan alami dari pengujian variabel dengan modifikasi 1-3 belum memenuhi standar nilai pemerataan maupun standar nilai ADF.

Dilakukan pengujian variabel selanjutnya dengan modifikasi 4 dan 5 yaitu mengurangi jumlah *skylight* dengan memperbesar dimensi *skylight*, menggunakan konfigurasi jarak renggang dan dekat (modifikasi 4 dengan jarak antar *skylight* 12.45m dan modifikasi 5 dengan jarak antar *skylight* 8m), dan mengubah konfigurasi orientasi

dari melintang menjadi memanjang (sisi panjang bukaan sejajar dengan sisi panjang bangunan).

Performa pencahayaan alami yang didapatkan lewat pengujian variabel :

Tabel 5.1 Performa Pencahayaan Alami *Skylight* Eksisting dan Modifikasi *Skylight*

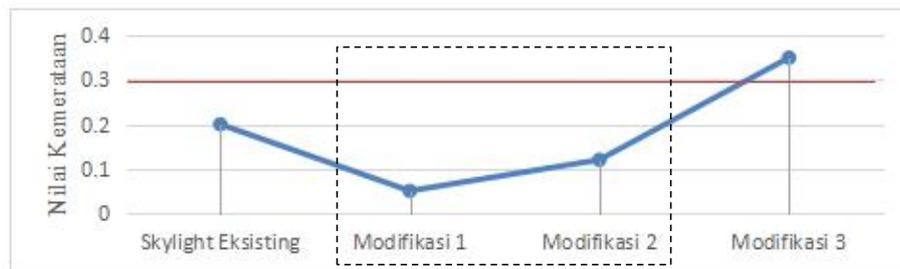
	Jumlah	Dimensi (m)	Jarak (m)	Orientasi	Kemerataan	ADF
<i>Skylight</i> Eksisting	4	1.5 x 30	18	Melintang	0.2	1.6%
Modifikasi 1	5	1.5 x 13	4		0.05	1.8%
Modifikasi 2			8		0.12	1.7%
Modifikasi 3			12		0.35	1.4%
Modifikasi 4	2	1.5 x 47	12.45	Memanjang	0.33	2.1%
Modifikasi 5			8		0.22	2.2%

Kemerataan cahaya :

1. Pengaruh jumlah dan dimensi *skylight* (melihat perbandingan modifikasi 1-3 dan modifikasi 4-5) :

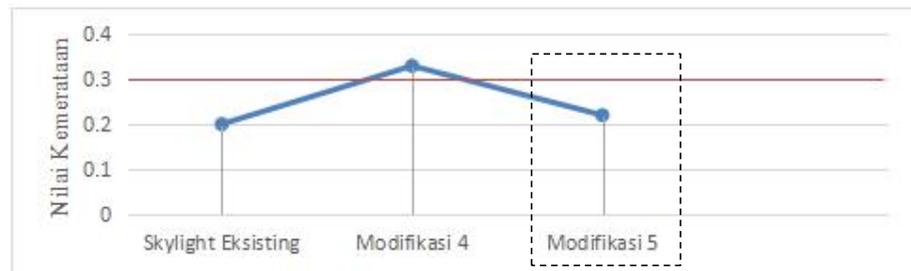
Penambahan atau pengurangan dimensi dan jumlah *skylight* tidak mempengaruhi kemerataan secara langsung karena untuk dimensi dan jumlah yang sama (jumlah dan dimensi *skylight* modifikasi 1-3 sama, serta jumlah dan dimensi *skylight* modifikasi 4-5 sama) nilai kemerataan modifikasi 1-3 tidak sama, dan nilai kemerataan modifikasi 4-5 tidak sama.

Dengan mengubah jumlah menjadi lebih banyak dan dimensi lebih kecil, nilai kemerataan tidak akan tercapai apabila jarak antar *skylight* tidak sesuai (melihat modifikasi 1-2).



Gambar 5.6 Grafik Hubungan *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 1-3 Terhadap Nilai Kemerataan

Begitu pula dengan mengubah jumlah *skylight* menjadi lebih sedikit dan dimensi lebih besar, nilai kemerataan akan tetap tidak mencapai standar apabila jarak antar *skylight* tidak sesuai (melihat modifikasi 5).



Gambar 5.7 Grafik Hubungan *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 4-5 Terhadap Nilai Kemerataan

2. Pengaruh orientasi (melihat perbandingan modifikasi 1-3 dan modifikasi 4-5):  
Untuk orientasi melintang (modifikasi 1-3), dengan jarak yang berbeda maka nilai kemerataan berbeda. Untuk orientasi memanjang (modifikasi 4-5) dengan penetrasi cahaya lebih menyeluruh ke sisi panjang maupun lebar bangunan, dengan perbedaan jarak maka nilai kemerataan tetap berbeda. Sehingga perubahan orientasi tidak mempengaruhi nilai kemerataan secara langsung namun bergantung juga pada jarak antar *skylight*.
3. Pengaruh jarak (melihat perbandingan modifikasi 1-3 dan modifikasi 4-5) :  
Jarak mempengaruhi nilai kemerataan secara langsung. Untuk modifikasi 1-3 dan modifikasi 4-5 memiliki jumlah, dimensi, dan orientasi sama dengan jarak yang berbeda. Perubahan jarak mempengaruhi nilai kemerataan secara signifikan.

Nilai ADF :

1. Pengaruh jumlah dan dimensi (melihat perbandingan modifikasi 1-3 dan modifikasi 4-5) :  
Memperbanyak jumlah dengan memperkecil dimensi (modifikasi 1-3) dapat menaikkan nilai ADF tetapi nilai ADF tidak mencapai standar 2%, namun selain menaikkan nilai ADF dapat juga dapat menurunkan nilai ADF.  
Mengurangi jumlah *skylight* dengan memperbesar dimensi (modifikasi 4-5) dapat menaikkan nilai ADF hingga mencapai standar 2%. Namun nilai ADF yang dihasilkan dari modifikasi 4-5 tidak sama.

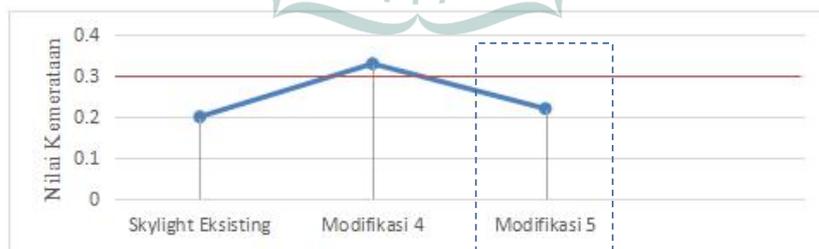
2. Pengaruh orientasi (melihat perbandingan *skylight* eksisting dan modifikasi 1-3 serta modifikasi 4-5) :

Penggunaan orientasi melintang pada modifikasi 1-3 dapat menaikkan dan menurunkan nilai ADF, namun nilai ADF yang mengalami peningkatan tetap belum mencapai standar.

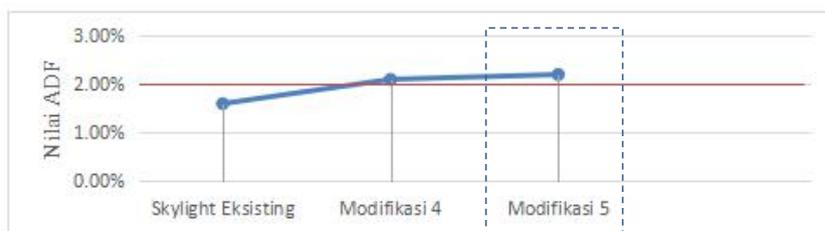


Gambar 5.8 Grafik Hubungan *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 1-3 Terhadap Nilai ADF

Sementara pada modifikasi 4-5 dimana menggunakan orientasi memanjang, nilai ADF mengalami peningkatan hingga mencapai standar, meskipun dipengaruhi perbedaan jarak yang menimbulkan pemerataan di modifikasi 5 menurun namun nilai ADF tetap mencapai nilai standar. Kenaikan nilai ADF di orientasi memanjang konsisten. Hal ini membuktikan bahwa konfigurasi *skylight* dengan orientasi memanjang meskipun nilai kemerataannya tidak mencapai standar, nilai ADF tetap akan mencapai standar.



Gambar 5.9 Grafik Hubungan *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 4-5 Terhadap Nilai Kemerataan

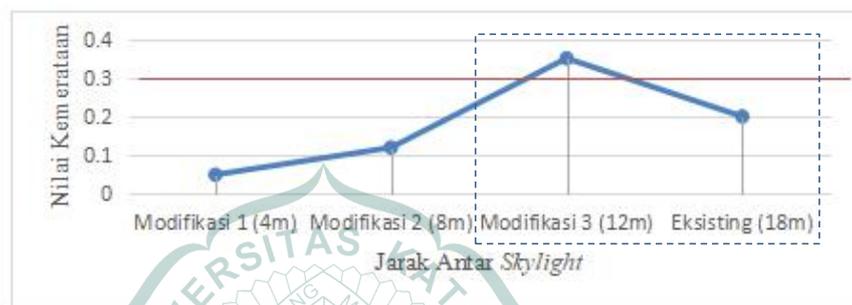


Gambar 5.10 Grafik Hubungan *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 4-5 Terhadap Nilai ADF

3. Pengaruh jarak (melihat perbandingan *skylight* eksisting dan modifikasi 1-3 serta modifikasi 4-5) :

Selain nilai pemerataan, jarak juga mempengaruhi nilai ADF. Pengaruh jarak terhadap nilai pemerataan dan nilai ADF berbanding terbalik.

- a. Semakin renggang jarak antar *skylight*, semakin tinggi nilai pemerataan. Namun jarak yang terlalu renggang akan menurunkan nilai pemerataan. Modifikasi 1-3 jarak 4m hingga 12m, nilai pemerataan semakin bertambah, kemudian pada *skylight* eksisting dengan jarak 18m, nilai pemerataan mengalami penurunan dari modifikasi 3 dengan jarak 12 m.



Gambar 5.11 Grafik Hubungan Jarak *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 1-3 Terhadap Nilai Pemerataan

Modifikasi 1-3 dan *skylight* eksisting memiliki orientasi yang sama yaitu melintang. Pengaruh jarak terhadap penurunan atau kenaikan nilai pemerataan dibuktikan juga dengan modifikasi 4-5 dengan orientasi memanjang.



Gambar 5.12 Grafik Hubungan Jarak *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 4-5 Terhadap Nilai Pemerataan

Dengan perubahan orientasi, nilai pemerataan tetap menunjukkan jarak yang renggang menaikkan pemerataan, dan jarak yang lebih dekat menurunkan pemerataan. Sehingga simulasi pertama bersifat kredibel

dimana jarak mempengaruhi nilai kemerataan dan nilai kemerataan tidak dipengaruhi oleh orientasi namun dipengaruhi jarak.

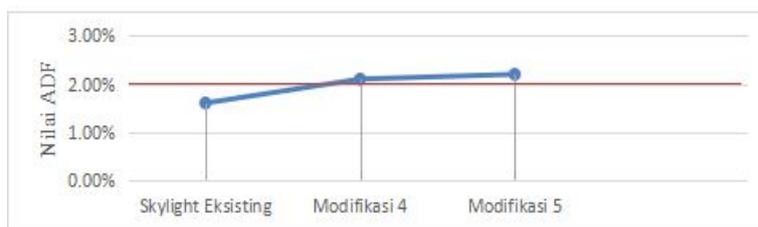
- b. Sementara untuk nilai ADF, jarak antar *skylight* yang semakin renggang menurunkan nilai ADF, jarak yang semakin dekat menaikkan nilai ADF.



Gambar 5.13 Grafik Hubungan Jarak *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 1-3 Terhadap Nilai ADF

Pada modifikasi 1-3 menunjukkan jarak yang semakin renggang menurunkan nilai ADF, namun terdapat anomali dimana pada *skylight* eksisting dengan jarak antar *skylight* sangat renggang (18m) justru nilai ADF lebih tinggi dibandingkan dengan jarak antar *skylight* 12m. Dengan orientasi modifikasi 1-3 dan *skylight* eksisting yang sama, perbedaan antara modifikasi 1-3 dengan *skylight* eksisting terletak pada jumlah dan dimensinya. *Skylight* eksisting memiliki jumlah lebih sedikit dan dimensi lebih besar, sehingga perbedaan jumlah dan dimensi *skylight* dengan orientasi yang sama dapat mempengaruhi nilai ADF.

Jumlah *skylight* lebih sedikit dengan dimensi lebih besar dapat menaikkan nilai ADF. Pada modifikasi 4-5, jumlah *skylight* lebih sedikit dan dimensi *skylight* lebih besar dibanding *skylight* eksisting dan dapat menaikkan nilai ADF. Hasil simulasi menunjukkan konsistensinya sehingga dapat dikatakan jumlah *skylight* lebih sedikit dengan dimensi lebih besar dapat menaikkan nilai ADF.



Gambar 5.14 Grafik Hubungan Jarak *Skylight* Eksisting dan Modifikasi 4-5 Terhadap Nilai ADF

Tabel 5.2 Pengaruh Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi Terhadap Performa Pencahayaan Alami

- : menurunkan + : menaikkan	Nilai Kemerataan	Nilai ADF
Jumlah lebih banyak Dimensi lebih kecil	+ dan - Bergantung pada jarak	+ dan - Bergantung pada jarak Bergantung pada orientasi
Jumlah lebih sedikit Dimensi lebih besar	+ dan - Bergantung pada jarak	+ Bergantung pada jarak Bergantung pada orientasi
Konfigurasi jarak semakin dekat	-	+ Bergantung pada orientasi Bergantung pada jumlah dan dimensi
Konfigurasi jarak semakin jauh	+ (Namun jarak yang terlalu jauh berpengaruh -)	- dan + Bergantung pada orientasi Bergantung pada jumlah dan dimensi (jumlah lebih sedikit dengan dimensi lebih besar dapat menaikkan nilai ADF meskipun dengan jarak jauh)
Konfigurasi orientasi melintang	+ dan - Bergantung pada jarak	+ dan - Bergantung pada jarak Bergantung pada jumlah dan dimensi
Konfigurasi orientasi memanjang	+ dan - Bergantung pada jarak	+ Bergantung pada jarak Bergantung pada jumlah dan dimensi

 = Dapat menaikkan atau menurunkan nilai kemerataan atau ADF

 = Dapat menurunkan nilai kemerataan atau ADF

 = Dapat menaikkan nilai kemerataan atau ADF

Nilai pemerataan dipengaruhi jarak.

1. Menghasilkan nilai pemerataan yang optimal, variabel jumlah, dimensi, maupun orientasi bergantung pada variabel jarak.
2. Apabila suatu jarak dipertahankan namun dimensi *skylight* diperkecil maka untuk menyesuaikan *skylight to roof ratio* tetap akan dibutuhkan penambahan jumlah *skylight* dengan dimensi *skylight* yang sudah diperkecil tersebut maka kembali lagi membutuhkan penyesuaian jarak untuk mendapatkan pemerataan optimal.
3. Jarak antar *skylight* mempengaruhi pemerataan pada orientasi memanjang maupun melintang.

Nilai ADF dipengaruhi jumlah, dimensi, dan konfigurasi (jarak dan orientasi).

1. Jarak dapat menaikkan atau menurunkan nilai ADF.
2. Dengan jarak yang jauh, nilai ADF tetap dapat meningkat apabila jumlah dan dimensi sesuai.
3. Dengan orientasi yang sesuai, nilai ADF dapat meningkat.

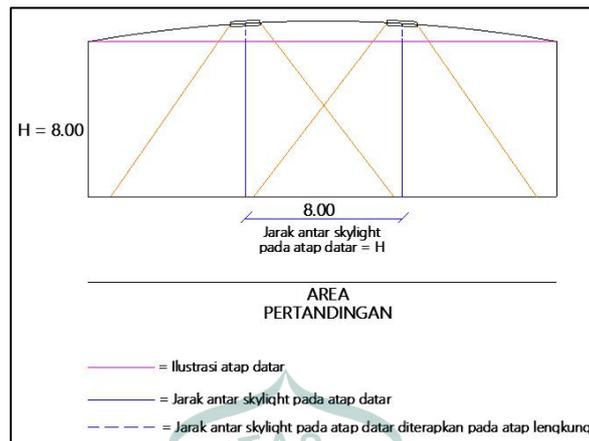
### 5.1.3. Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi yang Efektif untuk Meningkatkan Performa Pencahayaan Alami.

1. Jumlah lebih sedikit dengan dimensi lebih besar dapat meningkatkan nilai ADF.
2. *Skylight* dengan bentuk persegi panjang memiliki orientasi memanjang (sisi panjang bukaan sejajar dengan sisi panjang bangunan) untuk meningkatkan nilai ADF.
3. Jarak antar *skylight* dapat menimbulkan *overlapping* cahaya. *Overlapping* cahaya yang paling sesuai untuk mempertahankan nilai pemerataan sesuai standar adalah pada jarak *overlapping* cahaya sebesar 1 - 2.77 m



Gambar 5.15 Grafik Hubungan Overlapping Cahaya Modifikasi 1-5 Terhadap Kenaikan atau Penurunan Nilai Kemerataan

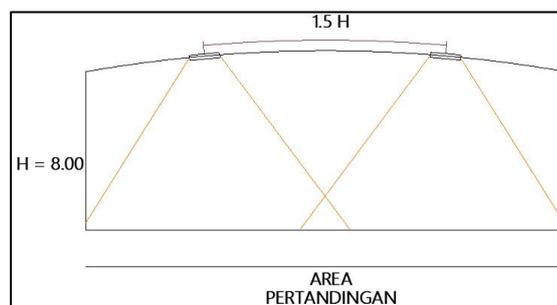
*Skylight* dengan orientasi memanjang optimal untuk meningkatkan nilai ADF. Apabila mengikuti acuan jarak menurut Lechner, dimana pada atap datar jarak antar *skylight* menggunakan ukuran ketinggian tepi (H) yaitu 8m untuk ketinggian atap pada tepi area pertandingan. Terjadi *overlapping* cahaya yang sangat besar dan menimbulkan penurunan nilai pemerataan.



Gambar 5.16 Ilustrasi Penetrasi Cahaya dengan Menerapkan Acuan Jarak Antar *Skylight* Atap Datar untuk Atap Lengkung

Adanya perbedaan derajat penetrasi cahaya pada atap lengkung (cahaya tidak simetris), tidak seperti di atap datar yang derajat penetrasi cahaya-nya simetris dan penyebaran cahaya pada atap lengkung lebih besar karena adanya kenaikan ketinggian atap dari tepi. Jarak antar *skylight* sebesar H (8m) tidak sesuai karena dapat terjadi *overlapping* cahaya yang menyebabkan penurunan nilai pemerataan.

Berdasarkan hasil simulasi sebelumnya, perletakan *skylight* berjumlah dua buah dengan orientasi memanjang yang paling optimal untuk menaikkan nilai pemerataan dan ADF memiliki jarak antar *skylight* 12.45m, sehingga apabila dikakukan perbandingan jarak antar *skylight* terhadap ketinggian, maka jarak antar *skylight* yang sesuai untuk diterapkan di atap lengkung adalah 1.5 H.



Gambar 5.17 Jarak Antar *Skylight* Optimal untuk Atap Lengkung

#### 5.1.4. Pengaruh Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi Terhadap Radiasi Matahari

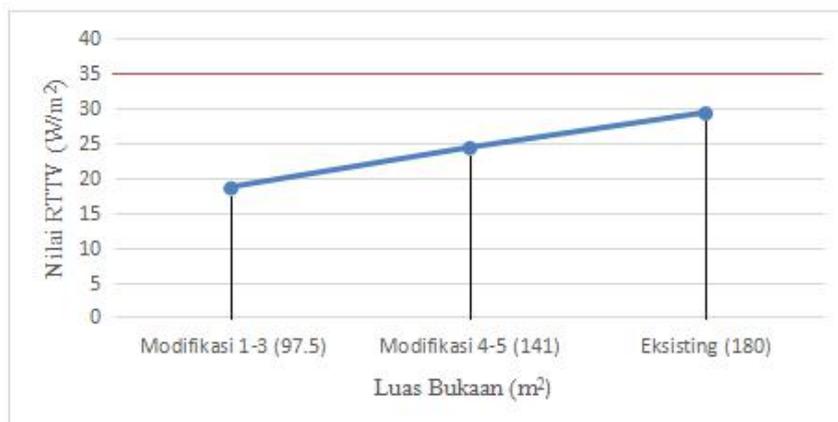
Pada perhitungan nilai RTTV kondisi eksisting untuk mengetahui pengaruh *skylight* terhadap radiasi matahari didapatkan bahwa nilai RTTV sebesar  $29.3 \text{ W/m}^2$ . Kondisi *skylight* eksisting tidak menyebabkan permasalahan secara termal karena nilai RTTV masih kurang dari standar maksimum nilai RTTV yaitu  $35 \text{ W/m}^2$ .

Pada modifikasi desain *skylight* 1-3 dengan total luas bukaan  $97.5 \text{ m}^2$  dimana terjadi pengurangan luas bukaan dari luas bukaan eksisting sebesar  $82.5 \text{ m}^2$  mengalami penurunan nilai RTTV menjadi  $18.7 \text{ W/m}^2$ . Sementara pada modifikasi desain *skylight* 4-5 dengan total luas bukaan  $141 \text{ m}^2$  dimana terjadi pengurangan luas bukaan dari bukaan eksisting sebesar  $39 \text{ m}^2$  nilai RTTV yang didapatkan juga mengalami penurunan menjadi  $24.3 \text{ W/m}^2$ .

Variabel jumlah dan dimensi *skylight* menghasilkan total luas bukaan *skylight* yang mempengaruhi nilai RTTV. Data nilai RTTV menunjukkan bahwa kenaikan nilai RTTV berbanding lurus dengan penambahan total luas bukaan. Sementara variabel konfigurasi tidak menentukan nilai RTTV.

Tabel 5.3 Nilai RTTV *Skylight* Eksisting dan Modifikasi *Skylight*

	Jumlah	Dimensi (m)	Total luas bukaan ( $\text{m}^2$ )	Nilai RTTV ( $\text{W/m}^2$ )
<i>Skylight</i> eksisting	4	1.5 x 30	180	29.3
Modifikasi 1-3	5	1.5 x 13	97.5	18.7
Modifikasi 4-5	2	1.5 x 47	141	24.3



Gambar 5.18 Grafik Hubungan Pertambahan Luas Bukaan *Skylight* dengan Kenaikan Nilai RTTV

Tabel 5.4 Pengaruh Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi *Skylight* Terhadap Nilai RTTV

- : menurunkan + : menaikkan	Nilai RTTV
Jumlah lebih banyak Dimensi lebih kecil Total luas bukaan 97.5 m <sup>2</sup> , (Total luas bukaan kurang dari total luas bukaan eksisting)	Berpengaruh -
Jumlah lebih sedikit Dimensi lebih besar Total luas bukaan 141 m <sup>2</sup> (Total luas bukaan kurang dari total luas bukaan eksisting)	Berpengaruh -
Konfigurasi jarak semakin dekat	Tidak berpengaruh
Konfigurasi jarak semakin jauh	
Konfigurasi orientasi melintang	
Konfigurasi orientasi memanjang	

#### 5.1.5. Jumlah, Dimensi, dan Konfigurasi *Skylight* Efektif untuk Meningkatkan Performa Pencahayaan Alami dan Menjaga Nilai Radiasi Matahari

Berdasarkan data performa pencahayaan alami dan nilai RTTV didapatkan bahwa jumlah, dimensi dan konfigurasi yang paling sesuai untuk meningkatkan performa pencahayaan alami namun tidak menyebabkan permasalahan terhadap radiasi matahari adalah modifikasi 4 dengan jumlah *skylight* 2, dimensi 1.5 m x 47 m, jarak antar *skylight* 12.45 m dan orientasi memanjang.

Tabel 5.5 Performa Pencahayaan Alami dan Nilai Radiasi Matahari Modifikasi *Skylight* 1-5

	Performa pencahayaan alami		Radiasi matahari
	Kemerataan	ADF	RTTV
Modifikasi 1	0.05	1.8%	18.7 W/m <sup>2</sup>
Modifikasi 2	0.12	1.7%	18.7 W/m <sup>2</sup>
Modifikasi 3	0.35	1.4%	18.7 W/m <sup>2</sup>
Modifikasi 4	0.33	2.1%	24.3 W/m <sup>2</sup>
Modifikasi 5	0.22	2.2%	24.3 W/m <sup>2</sup>

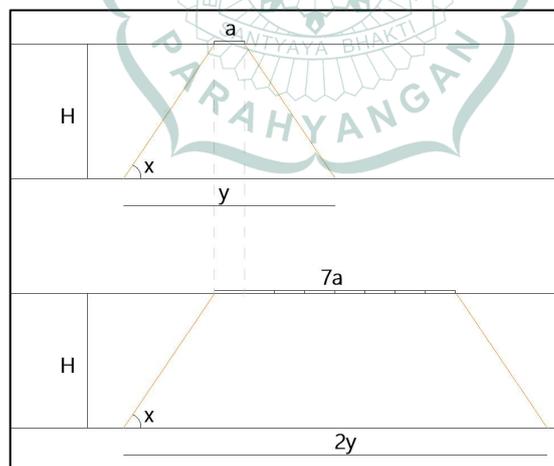
 = Memenuhi standar

 = Tidak memenuhi standar

## 5.2. Saran

Penelitian dengan judul “Pengaruh Desain *Toplighting* Terhadap Performa Pencahayaan Alami dan Radiasi Matahari pada Gelanggang Olahraga Tenis *Indoor* Siliwangi” disadari masih jauh dari sempurna, sehingga berikut merupakan saran yang dapat disampaikan untuk perancangan maupun penelitian selanjutnya yang terkait :

1. Jarak merupakan variabel krusial yang mendukung performa pencahayaan alami baik untuk nilai pemerataan maupun nilai ADF. Derajat penetrasi cahaya dapat menjadi acuan seberapa jauh atau seberapa dekat *skylight* harus diletakan untuk memberikan atau mencegah *overlapping* pencahayaan pada area tertentu.
2. Orientasi harus menjadi perhatian. Sisi bukaan yang memberikan kontribusi pencahayaan paling banyak perlu disesuaikan dengan bentuk ruangan sehingga penetrasi pencahayaan memenuhi ke arah panjang maupun lebar ruangan.
3. Penentuan dimensi dapat juga menggunakan acuan derajat penetrasi, sebagai contoh apabila didapatkan sebuah bukaan dengan dimensi  $a$  memiliki derajat penetrasi  $x$  dengan jarak penetrasi adalah  $y$  maka derajat penetrasi  $x$  dapat ditempatkan pada jarak tertentu di ketinggian atap yang sama sehingga menghasilkan jarak penetrasi yang diinginkan, letak dari ujung ke ujung derajat penetrasi dapat menjadi penentu besar bukaan.



Gambar 5.19 Ilustrasi Penentuan Dimensi *Skylight* Lewat Derajat Penetrasi

4. Variasi pengujian ukuran dimensi jumlah dan jarak masih terbatas, dapat diuji variasi jumlah, jarak, dan konfigurasi lainnya untuk mendapatkan pola pencahayaan yang terbentuk dari jumlah, jarak, atau konfigurasi tertentu.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku

Egan, M. D., and Victor W. Olgyay. (2002). *Architectural Lighting : Second Edition*. New York: McGraw-Hill, Inc.

IESNA. (2013). *Illuminating Engineering Society Annual Conference*. 1 vols. California: Curran Associates, Inc.

Ingersol, T.G., Koenigsberger, O.H., Mayhew, A., & Szokolay, S.V. (2013). *Manual of Tropical Housing and Building*. Himayatnagar: Orient Blackswan Private Limited

Latifah, Nur L. (2015). *Fisika Bangunan I*. Jakarta: Griya Kreasi.

Lechner, Nobert. (2001). *Heating, Cooling, Lighting : Sustainable Design Methods for Architects*. 2nd ed. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Lechner, Nobert. (2015). *Heating, Cooling, Lighting : Sustainable Design Methods For Architect*. 4th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.,.

Manurung. (2012). *Pencahayaannya Alami dalam Arsitektur*. Yogyakarta: Andi Offset.

Pangestu, Mira D. (2019). *Pencahayaannya Alami Dalam Bangunan*. I ed. Bandung, Jawa Barat: Unpar Press.

Ruck, N. (2000). *Daylight in Building: A Source Book in Daylighting Systems & Components*. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

### Jurnal

Ambiyar, A., Karudin, A., Krismadinata, K., Lapisa, R., Martias, M., Romani, Z., & Salagnac, P. (2020). Effect of Skylight–Roof Ratio on Warehouse Building Energy Balance and Thermal –Visual Comfort in Hot-Humid Climate Area. *Asian Journal of Civil Engineering*, 2020, 3-8

### Internet

Andersen, Per A., ed. (2014). *Daylight, Energy, and Indoor Climate Basic Book*. 3rd ed. N.p.: Velux Knowledge Centre for Daylight, Energy and Indoor Climate (DEIC). Diakses tanggal 21 April 2021, dari [http://www.velux.com/~media/com/articles/pdf/deic\\_basic\\_book\\_ver%203-0](http://www.velux.com/~media/com/articles/pdf/deic_basic_book_ver%203-0).

BREEAM. n.d. (2016) “Hea 01 *Visual Comfort*”. Diakses tanggal 21 April 2021, dari [https://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/content/05\\_health/hea\\_01\\_nc.htm](https://www.breeam.com/BREEAMInt2016SchemeDocument/content/05_health/hea_01_nc.htm).

Priyadi, Adam. (2013). *Arsitektur Bentang Lebar*. Diakses tanggal 21 April 2021, dari <https://adampriyadi.wordpress.com/2013/05/24/arsitektur-bentang-lebar/>.

SNI-03-3647-1994.(1994). *Tata Cara Perencanaan Teknik Bangunan Gedung Olahraga*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum. Diakses tanggal 21 April 2021 dari <http://bsank.go.id/wp-content/uploads/2016/08/Permenpora-Standar-GOR>.

SNI-03-6389-2011.(2011). *Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional . Diakses tanggal 21 April 2021, dari [https://kupdf.net/download/sni-6389-2011-web-konservasi-energi-selubung-bangunan-pdf-unlocked\\_58a7ead46454a78b7eb1e912](https://kupdf.net/download/sni-6389-2011-web-konservasi-energi-selubung-bangunan-pdf-unlocked_58a7ead46454a78b7eb1e912).

