

PENGARUH DESAIN SKYLIGHT DAN LIGHTWELL TERHADAP PERFORMA PENCAHAYAAN ALAMI PADA KONDISI OVERCAST SKY

Angelline Susanto¹, Dhiya Shadiqa²

Arsitektur, Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

Surel: ¹ Angelline.susanto@gmail.com; ² dhiyashadiqa2@gmail.com

Vitruvian vol 11 no 1 Oktober 2021

Diterima: 17 08 2021

Direvisi: 23 10 2021

Disetujui: 27 10 2021

Diterbitkan: 30 10 2021

ABSTRAK

Penggunaan *Skylight* pada wilayah beriklim tropis berpotensi menimbulkan silau meskipun menjadi strategi yang umum digunakan untuk memasukkan cahaya matahari ke dalam bangunan. Salah satu solusi yang dapat dihadirkan adalah penggunaan *lightwell skylight* dengan bidang translusen pada kaki *lightwell*. Penelitian ini menguji pengaruh perbedaan bentuk *skylight* (*Dome*, Piramida dan datar), ketinggian *lightwell*, dan dimensi *skylight* terhadap nilai *Daylight Factor* (DF), rasio pemerataan cahaya, dan *Daylight Glare Probability* (DGP) dibawah kondisi *overcast sky*. Model penelitian yang digunakan berupa ruang dengan dimensi 9m x 9m dengan ketinggian 4,5m. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Sketchup* dan *Lightstanza*. Perbedaan bentuk *skylight* tidak menyebabkan perbedaan pada hasil kalkulasi terhadap nilai DF dan pemerataan cahaya, namun didapatkan bahwa bentuk piramida menghasilkan indeks kesilauan paling tinggi diantara ketiganya. Selain itu didapatkan bahwa kenaikan ketinggian *lightwell* berbanding terbalik dengan nilai DF dan DGP. Hasil dari simulasi juga menunjukkan bahwa penurunan dimensi *skylight* berbanding lurus dengan penurunan nilai DF dan didapatkan peningkatan nilai rasio pemerataan pada dimensi *skylight* terkecil. Indeks kesilauan mengalami peningkatan pada penurunan dimensi sebanyak 16% dan kemudian kembali menurun dengan penurunan dimensi sebanyak 33% karena adanya pemantulan dan difusi cahaya. Hasil simulasi pun menunjukkan peran bidang translusen yang digunakan, dimana bidang tersebut mampu mengurangi nilai DF dan silau serta meningkatkan pemerataan.

Kata Kunci: *Pencahayaan Alami, Skylight, Lightwell, Overcast Sky.*

ABSTRACT

The use of skylights in the tropics has the potential to cause glare despite being a popular strategy for incorporating sunlight into the building. One of the solutions is the use of lightwell skylights with a translucent plane at the foot of the lightwell. This study examines the impacts of skylight shape (Dome, Pyramid and flat), lightwell height, and skylight dimensions on the value of Daylight Factor (DF), ratio of uniformity, and Daylight Glare Probability (DGP) under overcast sky condition. The model used is a room with a dimension of 9m x 9m and a height of 4.5m. The simulations were carried out using Autodesk Sketchup and Lightstanza. The difference in skylight shapes does not result in any variations of the calculation results for DF value and ratio of uniformity, but it is found that the pyramid shape produces the highest glare index among the three. The simulations also show that the increase in lightwell height is inversely proportional to the DF and DGP values while the decrease in skylight dimensions is directly proportional to the decrease in the DF value. The result also shows an improvement in ratio of uniformity with the smallest skylight dimension as well as an increase in glare index with a reduction of 16% in dimension. The glare index then decreases with a decline in dimensions of 33%. This study also points to the role of the translucent plane, as it is able to reduce the value of DF and glare index and increase uniformity.

Keywords: *Daylighting, Skylight, Lightwell, Overcast Sky*

Sumber: Acosta, 2013

PENDAHULUAN

Strategi pencahayaan alami dengan bukaan atas umumnya diasosiasikan dengan bangunan yang cenderung tebal dimana bukaan samping tidak mencukupi kebutuhan cahaya alami ruang dalam. Namun, seiring dengan semakin padatnya area perkotaan, kemungkinan untuk bukaan samping pada bangunan juga semakin sedikit sehingga strategi bukaan atas menjadi pilihan untuk memasukkan cahaya alami pada bangunan.

Namun, Indonesia berada pada iklim tropis yang memiliki cahaya matahari yang melimpah sehingga penggunaan *skylight* sangat berpotensi untuk menimbulkan silau. Upaya penambahan *lightwell* pada *skylight* bertujuan untuk mengurangi silau yang masuk ke dalam ruangan.

Penelitian ini dibuat dalam rangka melanjutkan penelitian oleh Acosta (2013) yang berjudul *Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions*. Penelitian tersebut membandingkan berbagai variasi desain *lightwell skylight* dan dampaknya terhadap performa pencahayaan alami dalam ruangan.

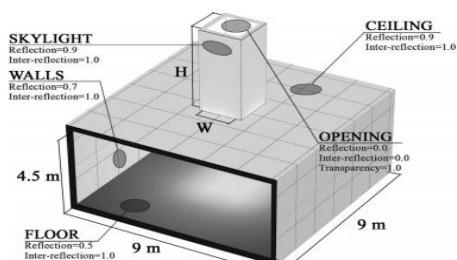
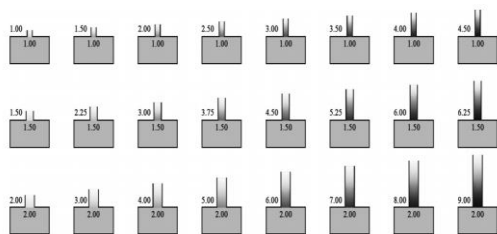


Fig. 1. Initial calculation model.

Gambar 1. Ilustrasi Model Penelitian Oleh Acosta.

Sumber: Acosta, 2013



Gambar 2. Variasi Ketinggian dan Dimensi *Lightwell Skylight*.

Pada simulasi pertama Penulis meneliti mengenai besar dan rasio ketinggian dari *lightwell* terhadap besar cahaya yang masuk. Model dibagi menjadi 3 berdasarkan ukuran:

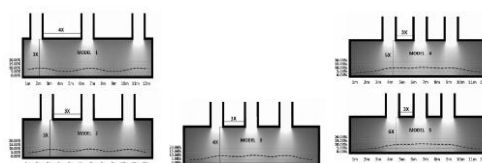
1. M1: *lightwell skylight* 1.00 m x 1.00 m dan variabel ketinggian 1.00 - 4.50
2. M2: *lightwell skylight* 1.50 m x 1.50 m dan variabel ketinggian 1.50 - 6.25
3. M3: *lightwell skylight* 2.00 m x 2.00 m dan variabel ketinggian 2.00 - 9.00

Hasil kalkulasi pada penelitian menunjukkan bahwa ketinggian *lightwell* berbanding terbalik dengan nilai DF. Didapatkan bahwa nilai DF proporsional terhadap dimensi *lightwell* dimana *lightwell* dengan dimensi 1.5m menghasilkan nilai DF 1.5 kali lebih besar dari nilai DF pada dimensi *lightwell* 1m. Begitupun pada variasi dengan dimensi 2m yang menghasilkan nilai DF 2x dari variasi 1m.

Pada trial 2 penulis meneliti mengenai indeks refleksi dari *lightwell skylight* berdasarkan rasio antara besar dan ketinggian *lightwell*. Diuji *skylight* dengan dimensi 1.5x1.5 meter dengan variasi ketinggian 1.5 m sampai 6.75 m. Setiap ketinggian kemudian diuji dengan nilai reflektivitas bidang *skylight* sebesar 0.3 sampai 0.9. Didapatkan bahwa perubahan indeks refleksi skylight semakin terlihat pengaruhnya seiring dengan bertambahnya ketinggian *lightwell*.

Pada simulasi ketiga, penelitian dilakukan dengan variasi rasio ruang. Ruang yang disimulasikan memiliki dimensi 9m x 9m dan 12m x 6m. Pada simulasi rasio ruang, digunakan *lightwell skylight* dengan dimensi 1,5m x 1,5m. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai DF yang tidak jauh berbeda pada kedua variasi ruangan dengan perbedaan rata-rata hanya 3.45%.

Pada simulasi terakhir, dilakukan pengujian terhadap jarak antar *lightwell*. Pada kelompok simulasi ini ditempatkan 3 buah *lightwell* dengan variasi jarak dan rasio ruang yang berbeda.



Gambar 3. Variasi Jarak *Lightwell Skylight* dan Ketinggian Ruang.

Sumber: Acosta, 2013

Hasil simulasi menunjukkan bahwa lebih besar jarak *lightwell skylight* maka potensi akan ketidakmerataan cahaya akan semakin besar pula. Didapatkan pula bahwa jarak optimum *lightwell skylight* adalah proporsional dengan rasio tinggi/lebar *lightwell skylight*.

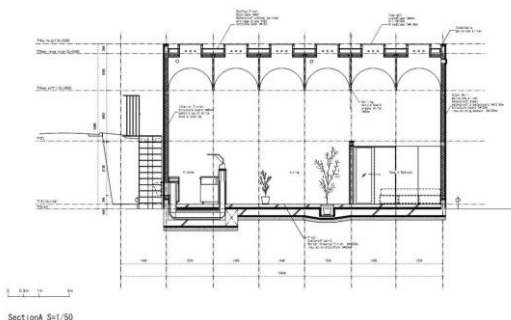
Perbedaan dengan penelitian oleh Acosta terletak pada penggunaan bidang translusen berupa akrilik pada kaki *lightwell*. Penggunaan dan bentuk dari bidang akrilik yang digunakan mengacu pada desain yang terdapat pada *Daylight House*.



Gambar 4. Tampilan *Skylight* dari Dalam Bangunan.

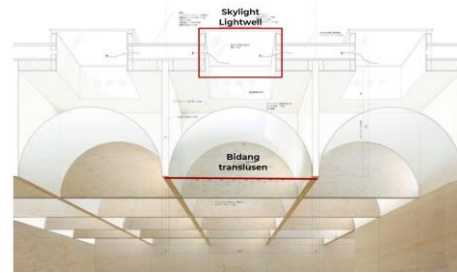
Sumber: *Dezeen.com*

Daylight House merupakan sebuah hunian yang berlokasi di Jepang dan didesain oleh Takeshi Hosaka Architects pada tahun 2011. Bangunan ini memasukan cahaya matahari dengan bukaan *skylight* berukuran 75x75 cm dan *lightwell* setinggi 30 cm. Pada setiap dasar bukaan *skylight* diberi bidang translusen dengan material *frosted acrylic* 3mm dengan ukuran 1,5x1,5 m. Perbandingan antara ukuran bukaan *Skylight* dan bidang translucent pada kaki *Lightwell* dapat ditunjukkan melalui gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Potongan *Daylight House*.

Sumber: *Dezeen.com*



Gambar 6. Potongan Perspektif Desain Bukaan Pada *Daylight House*

Sumber: *Dezeen.com*

Dari hal tersebut peneliti tertarik untuk meneliti jenis desain sistem bukaan dengan *skylight lightwell* dengan penggunaan bidang translusen pada *lightwell skylight*.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh bentuk *skylight*, ketinggian *lightwell*, dan dimensi atas *skylight* terhadap kuantitas dan pemerataan cahaya serta tingkat kesilauan.

METODOLOGI

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen-simulasi dengan pendekatan kuantitatif. Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Sketchup* untuk membuat model 3D bangunan dan aplikasi *Lightstanza* untuk mensimulasikan performa pencahayaan alami bangunan. Data hasil penelitian dianalisis dan disajikan dalam bentuk grafik, tabel, dan skema. Lokasi penelitian di Kota Bandung, Indonesia yang memiliki kondisi iklim tropis.

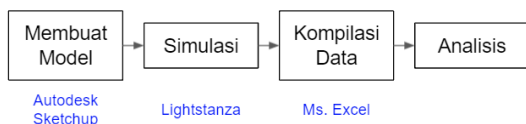
Penelitian ini menggunakan teknik analisis komparatif-kuantitatif dimana hasil yang didapatkan akan disajikan dalam tabel dan grafik dan dibandingkan satu sama lain. Sebelum melakukan analisis dilakukan terlebih dahulu studi tentang pencahayaan alami pada konteks bukaan *skylight* dan pencahayaan alami yang kemudian digunakan untuk membantu dalam proses analisis. Penelitian ini memiliki beberapa variabel yang pembuatannya didasari dengan studi pustaka.

Proses analisis dilakukan dengan pertama mengeksplorasi variasi yang berkaitan dengan performa pencahayaan alami. Tahap analisis kedua adalah analisis hasil simulasi dengan melakukan komparasi antara variasi dimana hasil simulasi disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

Tahapan Penelitian

Secara umum, proses penelitian dapat dibagi menjadi empat tahapan yaitu pembuatan model simulasi, proses simulasi, pengumpulan data hasil simulasi, dan analisis data hasil simulasi.

Pembuatan model dilakukan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Sketchup* yang terdiri dari model dasar dan setiap variasi yang digunakan dalam penelitian. Kemudian, hasil model 3D dimasukkan ke dalam *Lightstanza* dan disimulasikan. Setelah mendapatkan hasil simulasi, data diolah dalam bentuk grafik dan tabel pada program Ms Excel untuk kemudian dianalisis.

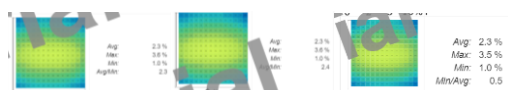


Gambar 7. Skema Alur Penelitian
Sumber: pribadi, 2021

Perangkat Lunak Untuk Kalkulasi

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini adalah *Lightstanza*, sebuah aplikasi daring yang dapat mengkalkulasi performa pencahayaan alami. Pada penelitian ini, kalkulasi yang dilakukan adalah pengukuran terhadap nilai DF, rasio pemerataan cahaya, dan nilai *Daylight Glare Probability* (DGP).

Untuk simulasi Daylight Factor pada *Lightstanza* dengan pengaturan langit statik yang tidak dapat dirubah dan menggunakan grid titik ukur 60 cm dan ketinggian bidang kerja 75 cm pada ruangan 9x9 m dengan tinggi 4.5 m. Kondisi langit pada simulasi menggunakan langit statis dengan kualitas simulasi *High*.



Gambar 8. Contoh Hasil Simulasi LightStanza Variasi Bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell* Terhadap *Daylight Factor*.

Sumber: pribadi, 2021

Selanjutnya, simulasi indeks silau menggunakan aplikasi *Lightstanza* yang menghasilkan data tahunan dengan pengaturan *Glare Chart* dengan serta pengaturan langit *overcast* dengan

pengaturan interval waktu 4 hari per 2 jam. Pada simulasi ini menggunakan pengaturan *Glare Method DGP* (*Daylight Glare Probability*), berikut merupakan contoh simulasi DGP menggunakan *Lightstanza* pada bentuk *skylight* datar, *dome*, dan piramid pada ketinggian 1 m.

Tabel 1. Tampilan Hasil Simulasi Nilai DGP

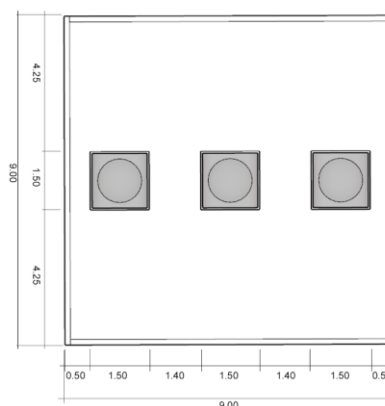
Datar	Annual Glare: 61.8% Imperceptible (0-35% DGP), 24.1% Perceptible (35-45% DGP), 14.1% Disturbing (45-65% DGP), 0.0% Intolerable (>65% DGP)
Dome	Annual Glare: 74.1% Imperceptible (0-35% DGP), 25.9% Perceptible (35-45% DGP), 0.0% Disturbing (45-65% DGP), 0.0% Intolerable (>65% DGP)
Piramid	Annual Glare: 45.9% Imperceptible (0-35% DGP), 17.2% Perceptible (35-45% DGP), 22.1% Disturbing (45-65% DGP), 14.8% Intolerable (>65% DGP)

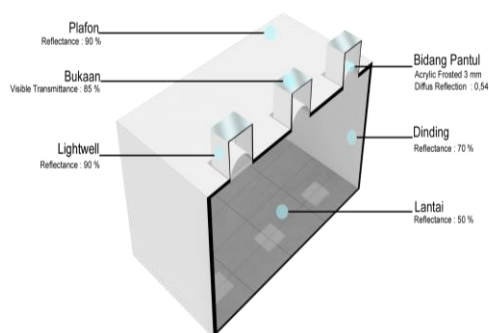
Sumber: pribadi, 2021

Variasi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam konteks penggunaan *lightwell skylight* dengan bidang lengkung yang terbuat dari akrilik pada kaki *lightwell*. Simulasi menggunakan model dasar ruang berukuran 9x9 meter dengan ketinggian 4.5 meter. Model *lightwell skylight* dasar memiliki dimensi 1,5 x 1,5 meter dengan ketinggian 1 meter. Material yang digunakan pada model dibuat konstan dan tidak berubah. Nilai transmitansi kaca dan reflektivitas bidang tercantum pada skema dibawah ini.

Nilai reflektansi, dimensi dan ketinggian ruang, serta ketinggian *lightwell skylight* mengikuti bentuk jurnal oleh Acosta (2013). Sedangkan, untuk dimensi panjang dan lebar *lightwell skylight* mengacu pada modul yang terdapat pada *Daylight House*.





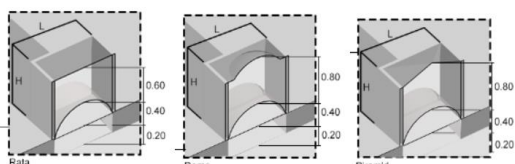
Gambar 9. Denah dan Ilustrasi Modul Simulasi Beserta Dimensi dan Keterangan Indeks Refleksi Material.

Sumber: pribadi, 2021

Pada penelitian ini, terdapat tiga variabel yang digunakan, yaitu variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel kontrol yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari kondisi langit, dimensi ruangan, material ruang dalam, letak bidang akrilik dan material *skylight*. Kondisi langit pada simulasi menggunakan jenis overcast sky, mengingat langit tersebut merupakan kondisi langit dominan di iklim tropis.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kuantitas dan kualitas pencahayaan alami. Kuantitas cahaya alami diukur dengan metrik *Daylight Factor*, baik nilai DF maksimum, minimum, maupun rata-rata (ADF). Sementara itu kualitas pencahayaan alami dilihat dari pemerataan cahaya dan tingkat kesilauan. Sementara tingkat kesilauan diukur menggunakan metrik *Daylight Glare Probability*.

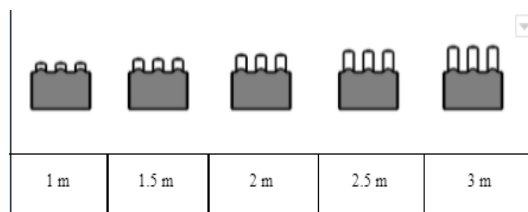
Terdapat 3 variabel bebas pada penelitian ini, yaitu bentuk *skylight*, ketinggian *lightwell*, dan dimensi panjang dan lebar *skylight*. Mengacu pada Laouadi (2000), dalam penelitiannya tentang *skylight* dan atrium, menyimpulkan bahwa geometri bentuk *skylight* berkontribusi dalam mengontrol cahaya yang masuk. Bentuk *skylight* pada modul dasar memiliki bentuk datar, sedangkan variasi lain yang digunakan adalah bentuk piramida segi empat dan bentuk dome.



Gambar 10. Variasi Bentuk *Skylight* dan Dimensinya Pada Penelitian.

Sumber: pribadi, 2021

Variasi selanjutnya adalah ketinggian *skylight* dimana setiap bentuk disimulasikan pada ketinggian *lightwell* berbeda dengan variasi 1-3 m dan kenaikan interval sebesar 0.50 m.



Gambar 11. Variasi Ketinggian *Lightwell* Pada Penelitian.

Pada variabel dimensi *skylight*, dibuat variasi 1.5 x 1.5 m - 0.75 x 0.75 m dengan interval 0.25 m. Batas bawah ditetapkan sebesar 0.75 m merujuk pada ukuran *skylight* yang terdapat pada *Daylight House*.

Tabel 2. Variasi Dimensi *Skylight*

1.5 x 1.5 m	1.25 x 1.25m	1 x 1 m	0.75 x 0.75 m

Sumber: pribadi, 2021

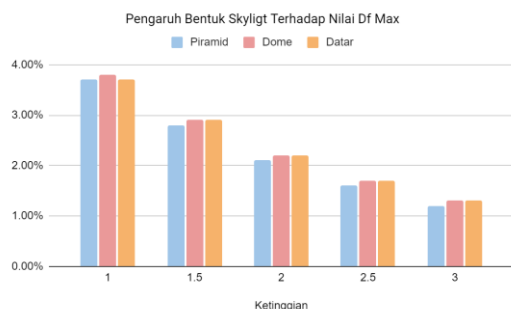
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Variasi Bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell*

Pada simulasi ini, dilakukan analisis pengaruh bentuk *skylight* dan ketinggian *lightwell* terhadap nilai DF, pemerataan cahaya dan *Daylight Glare Probability*. Bentuk *skylight* pada penelitian ini diambil bentuk datar, dome dan piramid dengan variable ketinggian 1-3 dengan kenaikan 0.5 dengan dimensi *skylight* 1.5x1.5m pada ruang dengan ukuran ruang 9x9 m dan ketinggian 4.5 m.

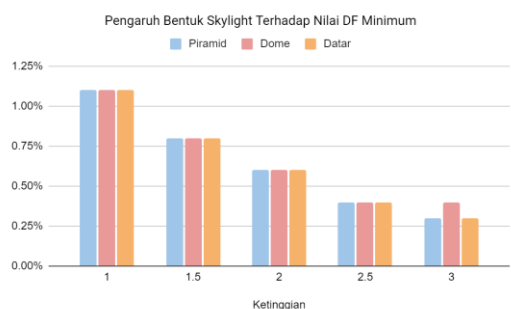
Pada tahap simulasi ini digunakan bidang translusen pada setiap bukaan *skylight* yang berukuran 1 banding 1 dengan ukuran *skylight* yaitu 1,5 x1,5 m. Bidang translusen yang digunakan berbentuk cekung yang pada umumnya dapat memusatkan cahaya, namun pada bidang translusen dengan material *frosted acrylic*

ketebalan 3 mm, cahaya yang jatuh dapat terserap.



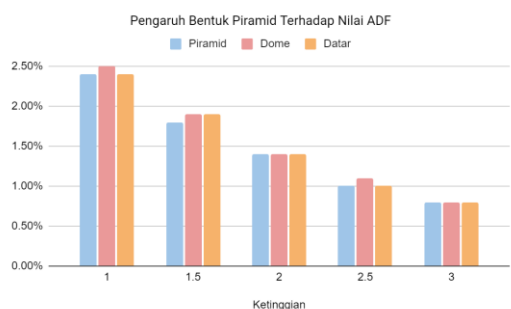
Gambar 12. Grafik Pengaruh bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell* Terhadap Nilai DF max.

Sumber: Pribadi, 2021



Gambar 13. Grafik Pengaruh bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell* Terhadap Nilai DF min.

Sumber: pribadi, 2021



Gambar 14. Grafik Pengaruh bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell* Terhadap Nilai DF ADF.

Sumber: pribadi, 2021

Diagram diatas menunjukkan nilai *Daylight factor* maksimum, minimum dan rata-rata pada kondisi langit statik. Berdasarkan hasil simulasi, Bentuk piramid memiliki tingkat DF maksimum dan minimum terendah, dan pada ketinggian *lightwell* 3m

DF minimum lebih rendah dibandingkan bentuk dome dan datar dengan perbedaan nilai 10%. Bentuk *dome* memiliki persentase DF maksimum, minimum dan rata-rata persentase paling baik dibandingkan bentuk datar dan piramida. Dapat disimpulkan bahwa bentuk *skylight* tidak berpengaruh besar terhadap nilai DF.

Berdasarkan hasil simulasi adanya penambahan bidang translusen pada penelitian ini mengurangi nilai DF sebesar 26.21% dari hasil penelitian "*Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions*" dengan modul tidak menggunakan bidang translusen. Seperti yang dapat diamati pada diagram diatas nilai DF berkurang seiring dengan bertambahnya ketinggian *lightwell*, sehingga nilai DF akan berbanding terbalik dengan nilai ketinggian *lightwell*. Kesimpulan ini pun sejalan dengan teori oleh Evans (1981), yaitu cahaya yang datang dari tempat yang tinggi intensitasnya akan lebih rendah dan tampil lebih lembut karena banyaknya pantulan.

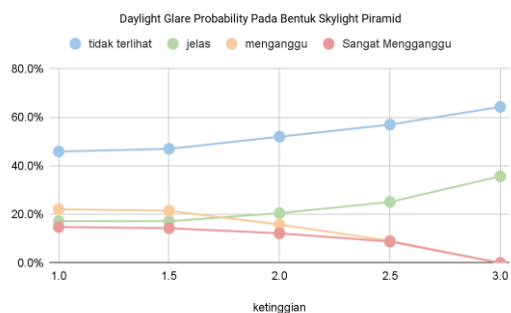
Tabel 3. Hasil Simulasi Variasi Bentuk *Skylight* dan Ketinggian *Lightwell* Terhadap Nilai DF dan Kemerataan

Bentuk	Ketinggian	Max	Min	Avg	Kemerataan
Piramida	1	3.70%	1.10%	2.40%	0.4
	1.5	2.80%	0.80%	1.80%	0.4
	2	2.10%	0.60%	1.40%	0.4
	2.5	1.60%	0.40%	1.00%	0.4
	3	1.20%	0.30%	0.80%	0.4
	3.5	0.90%	0.30%	0.60%	0.4
	4	0.70%	0.20%	0.50%	0.4
	4.5	0.60%	0.10%	0.40%	0.4
Dome	1	3.80%	1.10%	2.50%	0.4
	1.5	2.90%	0.80%	1.90%	0.4
	2	2.20%	0.60%	1.40%	0.4
	2.5	1.70%	0.40%	1.10%	0.4
	3	1.30%	0.40%	0.80%	0.4
	3.5	1%	0.30%	0.60%	0.4
	4	0.70%	0.20%	0.50%	0.4
	4.5	0.60%	0.10%	0.40%	0.4
Datar	1	3.70%	1.10%	2.40%	0.4

	1.5	2.90%	0.80%	1.90%	0.4
	2	2.20%	0.60%	1.40%	0.4
	2.5	1.70%	0.40%	1%	0.4
	3	1.30%	0.30%	0.80%	0.4
	3.5	1%	0.20%	0.60%	0.4
	4	0.70%	0.20%	0.50%	0.4
	4.5	0.60%	0.10%	0.40%	0.4

Sumber: pribadi, 2021

Dapat dilihat pada tabel 3 bahwa bentuk skylight dan ketinggian skylight tidak berpengaruh pada pemerataan cahaya dalam ruang. Hasil simulasi menunjukkan pemerataan cahaya dengan nilai 0.4 di dalam ruang dengan 3 modul yang memiliki jarak antar modul skylight lightwell 1.4 m dan jarak antar modul skylight lightwell dengan dinding sebesar 0.5 m.



Gambar 15. Grafik Pengaruh bentuk Skylight Piramida dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP. Sumber: Pribadi, 2021

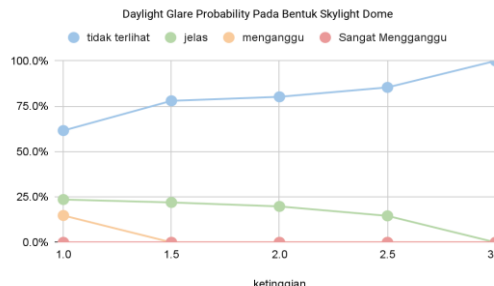
Tabel 4. Hasil Simulasi Variasi Bentuk Skylight Piramida dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP

Daylight Glare Probability Pada Bentuk Piramid					
ketinggian	1	1.5	2	2.5	3
tidak terlihat	45.90%	47.00%	52.00%	57.00%	64.30%
jelas	17.20%	17.20%	20.50%	25.10%	35.70%
mengganggu	22.10%	21.50%	15.80%	9.10%	0.00%
Sangat Mengganggu	14.80%	14.30%	12.20%	8.80%	0.00%

Sumber: Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil kalkulasi Daylight Glare Probability, pada bentuk skylight piramid memiliki tingkat silau yang tak tertahankan yang paling besar pada

ketinggian 1 m dan menurun seiring dengan peningkatan ketinggian lightwell. Mulai dari ketinggian lightwell 3 m sudah tidak dapat terlihat kemungkinan terjadinya silau yang mengganggu dan yang tak tertahankan.



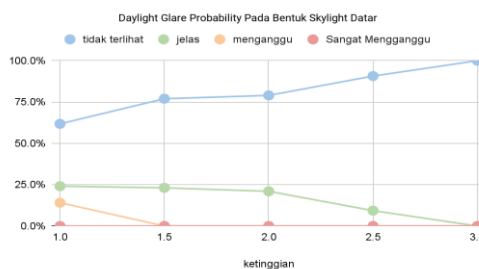
Gambar 16. Grafik Pengaruh bentuk Skylight Dome dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP. Sumber: Pribadi, 2021

Tabel 5. Hasil Simulasi Variasi Bentuk Skylight Dome dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP

Daylight Glare Probability Pada Bentuk Dome					
ketinggian	1	1.5	2	2.5	3
tidak terlihat	61.60%	78.00%	80.20%	85.40%	100%
jelas	23.60%	22.00%	19.80%	14.60%	0.00%
mengganggu	14.80%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sangat Mengganggu	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Sumber: Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil simulasi, pada bentuk skylight dome adanya kemungkinan tidak terjadinya silau yang mengganggu dan tak tertahankan di sepanjang waktu dan ketinggian lightwell. Peningkatan persentase kemungkinan tak terlihat silau meningkat seiring dengan peningkatan ketinggian lightwell tersebut. Pada bentuk dome dengan ketinggian lightwell 3m sudah dapat mengurangi sebesar 100% tingkat kemungkinan terjadinya silau.



Gambar 17. Grafik Pengaruh bentuk Skylight Datar dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP.

Sumber: Pribadi, 2021

Tabel 6. Hasil Simulasi Variasi Bentuk Skylight Datar dan Ketinggian Lightwell Terhadap Nilai DGP

Daylight Glare Probability Pada Bentuk Datar					
ketinggian	1	1.5	2	2.5	3
tidak terlihat	61.80%	77.00%	79.00%	90.70%	100%
jelas	24.10%	23.10%	0.00%	9.30%	0.00%
mengganggu	14.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Sangat Mengganggu	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

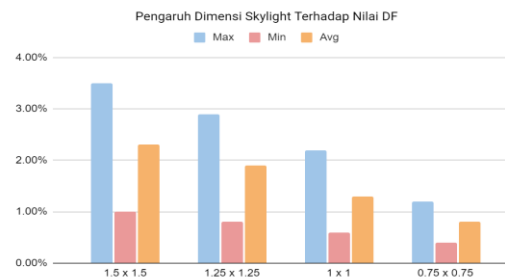
Sumber: Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil simulasi, pada bentuk skylight datar hanya ada kemungkinan terjadinya silau yang mengganggu pada ketinggian lightwell 1 m sebesar 14.1%. Pada ketinggian lightwell 1.5m-3m sudah tidak terjadinya kemungkinan silau yang mengganggu atau tak tertahankan. Pada ketinggian lightwell 3 m bentuk datar sudah dapat mengurangi tingkat kemungkinan terjadinya silau sebesar 100%.

Setelah dilakukan simulasi daylight factor dan simulasi daylight glare probability ditemukan bahwa hasil analisis dengan nilai DF maksimum dan tingkat silau yang rendah adalah bentuk skylight dome dengan ketinggian lightwell 1 m. Bentuk ini diambil untuk menjadi sampel simulasi selanjutnya dari variasi bentuk skylight.

Hasil Analisis Variasi Dimensi Skylight

Pada simulasi ini dilakukan analisis pengaruh dimensi skylight terhadap nilai DF, pemerataan cahaya, dan nilai DGP. Variasi yang diuji adalah skylight berbentuk dome dengan dimensi 1.5x1.5 m sampai 0.75x0.75 m dengan interval 0.25 m antara masing-masing variasi. Variasi ini diambil mengacu pada hasil simulasi sebelumnya dimana bentuk dome menghasilkan indeks kesilauan yang paling rendah.



Gambar 18. Grafik Pengaruh Dimensi Skylight Dome Terhadap Nilai DF.

Sumber: Pribadi, 2021

Tabel 7. Hasil Simulasi Variasi Dimensi Skylight Terhadap Nilai DF dan Kemerataan

Dimensi	Max	Min	Avg	Kemerataan
1.5 x 1.5	3.50%	1.00%	2.30%	0.4
1.25 x 1.25	2.90%	0.80%	1.90%	0.4
1 x 1	2.20%	0.60%	1.30%	0.4
0.75 x 0.75	1.20%	0.40%	0.80%	0.5

Sumber: Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil simulasi pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa dimensi skylight mempengaruhi nilai DF. Perbedaan dimensi dari masing-masing variasi menghasilkan penurunan nilai ADF dalam rentang angka penurunan 0.4%-0.6% dan penurunan nilai DF maksimum dalam rentang 0.6%-1%. Sementara, untuk nilai DF minimum memiliki jumlah penurunan yang sama untuk seluruh variasi, yaitu sebesar 0.2%.

Penurunan besar dimensi skylight berbanding lurus dengan penurunan nilai DF, hal ini berlaku baik pada nilai ADF, DF maksimum dan minimum. Namun, tingkat penurunan yang dihasilkan tidak proporsional dimana penurunan dimensi sebanyak 50% dari ukuran awal menghasilkan penurunan DF sebanyak 3 kali lipat. Hal ini diakibatkan oleh adanya bidang akrilik pada dasar lightwell yang bersifat difus.

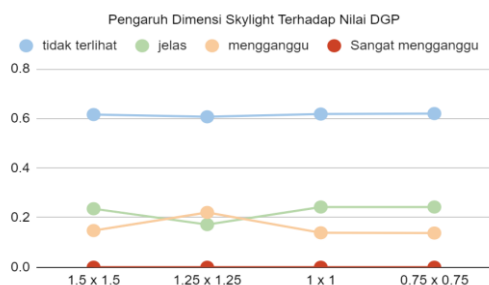
Dari tabel 7 dapat dilihat bahwa rasio pemerataan cukup konstan dan menurun pada variasi 0.75 m sebesar 0.1. Hal ini terjadi karena adanya penurunan nilai DF maksimum yang relatif lebih besar dari variasi 1m menuju variasi 0.75 m, yaitu sebanyak 1%. Artinya, kenaikan rasio pemerataan terjadi karena ruang secara seragam menjadi lebih gelap. Hal ini juga terjadi karena adanya bidang akrilik yang mampu menyebarkan cahaya.

Tabel 8. Hasil Simulasi Variasi Dimensi *Skylight* Terhadap Nilai DGP

Daylight Glare Probability Pada Bentuk Dome				
ketinggian	1.5 x 1.5	1.25 x 1.25	1 x 1	0.75 x 0.75
tidak terlihat	61.60%	60.70%	61.80%	62.00%
jelas	23.60%	17.20%	24.30%	24.30%
mengganggu	14.80%	22.10%	13.90%	13.80%
Sangat Mengganggu	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Sumber: Pribadi, 2021

Berdasarkan hasil kalkulasi *Daylight Glare Probability* pada tabel di atas, terlihat perubahan nilai GDP yang terjadi antar variasi tidak terlalu signifikan. Seluruh hasil simulasi tidak menunjukkan hasil silau yang tak tertahankan.

**Gambar 19.** Grafik Pengaruh Dimensi *Skylight Dome* Terhadap Nilai DGP.

Sumber: Pribadi, 2021

Pada gambar 19, terlihat pada variasi 1.25 m, hasil simulasi menunjukkan adanya peningkatan pada indeks silau, dimana silau yang mengganggu mengalami kenaikan sebesar 7.3% dibandingkan dengan variasi 1.5 m. Kemudian, tingkat kesilauan ruang menurun pada variasi berikutnya, dimana terjadi penurunan persentase silau yang mengganggu sebesar 8.2%. Pada variasi 1 m dan 0.75 m penurunan yang terjadi sangatlah kecil yaitu sebesar 0.1%.

Dari hasil yang didapatkan, penurunan dimensi *skylight* tidak berbanding lurus dengan penurunan tingkat kesilauan ruang. Kenaikan tingkat silau pada variasi 1.25 m diakibatkan oleh cahaya yang lebih terpusat karena bukaan cahaya yang lebih kecil, sehingga silau yang terjadi dihasilkan karena adanya kontras antara area di bawah *skylight* dan ruang di sekitarnya. Sementara itu, penurunan indeks silau terjadi pada kedua variasi berikutnya. Hal ini dapat terjadi

karena cahaya yang sampai pada ruangan terlampaui kecil akibat adanya pemantulan sehingga cahaya pada area di bawah *skylight* tidak menyebabkan kontras terhadap ruang di sekitarnya. Hasil simulasi di atas juga didapatkan karena adanya bidang akrilik yang bersifat difus sehingga mampu mereduksi kontras cahaya antara area di bawah *skylight* dan ruang di sekitarnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan analisis yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa perubahan bentuk *skylight* tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan pada nilai DF dan pemerataan, tetapi berdampak pada nilai DGP. Selain itu, Bentuk *skylight* piramida menghasilkan indeks kesilauan yang lebih tinggi daripada bentuk *dome* dan datar. Bentuk *dome* merupakan bentuk yang menghasilkan tingkat kesilauan paling rendah. Penurunan ketinggian *lightwell skylight* berbanding terbalik dengan penurunan nilai DF dan GDP (*Daylight Glare Probability*).

Terkait dengan modifikasi dimensi *skylight*, penurunan dimensi *skylight* berbanding lurus dengan penurunan nilai DF dan berbanding terbalik dengan penurunan nilai pemerataan cahaya. Penurunan dimensi *skylight* berpotensi meningkatkan nilai kontras cahaya sehingga menyebabkan silau dalam ruang. Namun, karena adanya pemantulan dan difusi cahaya, penurunan dimensi *skylight* sebanyak lebih dari 30% dapat menghasilkan turunnya nilai indeks kontras.

Terakhir, dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa penggunaan bidang translusen pada kaki *lightwell skylight* mampu mengurangi nilai *daylight factor* dan kontras cahaya serta meningkatkan pemerataan cahaya pada ruang.

Saran/Rekomendasi

Penelitian lanjutan berkaitan dengan performa dari *lightwell skylight* dan penggunaan bidang translusen diharapkan dapat dilakukan kedepannya. Dengan adanya lingkup penelitian yang sudah peneliti tetapkan, dalam mengkaji performa *lightwell skylight*, untuk penelitian selanjutnya dapat disarankan beberapa topik sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi lanjutan dengan variasi rasio dimensi dan ketinggian ruang.
2. Melakukan simulasi lanjutan dengan variasi material kaca *skylight* dan variasi jarak antar *skylight*.
3. Melakukan simulasi lanjutan dengan variasi dimensi, jarak dan material bidang translusen yang berbeda.
4. Melakukan simulasi lanjutan dengan variasi jumlah *skylight lightwell*
5. Melakukan simulasi terhadap radiasi dan standar kenyamanan termal.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, Benjamin H. 1981. *Daylight in architecture*. New York: Architectural Record Books.
- Lechner, Norbert. 2015. *Heating, Cooling, Lighting*. New Jersey: John Wiley & Sons
- Phillips, Derek. 2004. *Daylighting: Natural Light in Architecture*. Routledge: Carl Gardner
- Acosta, Ignacio. 2013. *Towards an analysis of the performance of lightwell skylights under overcast sky conditions*. Energy and Buildings. 64. 10-16.
10.1016/j.enbuild.2013.04.009.
- Ahmed, B. A. 2014. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology. Parametric Study of Light-Well Design for Day-Lighting Analysis under Clear Skies*, Vol. 6, No. 1.
- Laouadi, A., & Atif, M. R. 2000. *Daylight availability in top-lit atria: prediction of skylight transmittance and daylight factor*. *Lighting Research and Technology*, 32(4), 175–186. doi:10.1177/096032710003200401
- Daylight House*
<https://www.dezeen.com/2011/09/28/daylight-house-by-takeshi-hosaka/>
(Diakses 13 Juli 2021)