

EFEKTIVITAS DESAIN *SKYLIGHT* SEBAGAI UPAYA UNTUK MEMASUKKAN PENCAHAYAAN ALAMI DALAM RUANG

Studi kasus rumah tinggal di Condong Catur, Sleman, DIY

**Cristina Cecilia Kurniawan¹, Raeynaldo Buyu Susanto², Sita Yuliasuti
Amijaya³**

1. Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana,
Email: cristina.kurniawan@students.ukdw.ac.id
2. Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana,
Email: raeynaldo.susanto@students.ukdw.ac.id
3. Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana,
Email: sitaamijaya@staff.ukdw.ac.id (*correspondent author*)

Abstrak

Area urban memiliki kepadatan penduduk dan aktivitas yang majemuk, kedua hal tersebut menyebabkan munculnya berbagai kebutuhan sarana dan prasarana yang mampu mendukung aktivitas. Pemenuhan kebutuhan sarana dan prasarana bagi penduduk di area urban mengakibatkan semakin besarnya jumlah lahan yang digunakan. Pertambahan jumlah lahan yang digunakan di area urban dan pertambahan jumlah penduduk yang berbanding lurus mengakibatkan keterbatasan luas lahan untuk pembangunan, sehingga sering kali ditemui bangunan yang saling berhimpitan satu sama lain. Bangunan yang saling berhimpitan mengakibatkan terbatasnya intensitas cahaya alami yang mampu masuk ke dalam bangunan karena sisi kanan dan kiri yang menempel dengan bangunan lain, sehingga masih diperlukan pengaplikasian pencahayaan buatan yang memakan daya listrik lebih sebagai upaya kenyamanan visual. Sebagai upaya memasukkan cahaya pada bangunan di area urban, penggunaan *skylight* dapat menjadi solusi. Objek studi pada penelitian ini adalah rumah tinggal di Kabupaten Sleman dengan metode simulasi pada *software*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai seberapa efektif pemberian *skylight* dengan ukuran tertentu dalam memasukkan cahaya alami. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *skylight* efektif dalam memasukkan pencahayaan alami pada siang hari sehingga dapat mengurangi penggunaan listrik pada penggunaan cahaya buatan.

Kata kunci: area perkotaan, kenyamanan visual, pencahayaan alami, penghematan listrik, *skylight*.

Abstract

Title: *The Effectiveness of Skylights in Entering Natural Light Into The Building in Urban Areas*

Population density and diverse activities often found in urban area, those two cause the emergence of various needs for infrastructure that are able to support activities. Fulfilling the need for infrastructure for residents in urban areas resulted in the increasing amount of land being used. The increase in the amount of land used in urban areas and the increase in population have resulted in limited land area for development, so buildings are often found close to each other. Buildings that are close to each other has limited natural light intensity that can enter the building because the right and left sides are attached to other buildings, so it is still necessary to apply artificial lighting that consumes more electricity as an effort to visual comfort. As an effort to letting natural light in buildings in urban areas, the use of skylight can be a solution. The object of study

in this research is a house in Sleman Regency with a simulation method on software. The purpose of this study is to assess how effective the provision of skylights of a certain size in bringing in natural light. The results of using skylights are effective in letting in natural light during the day so as to reduce electricity consumption in the use of artificial light.

Keywords: *energy saving, natural lighting, skylight, urban area, visual comfort.*

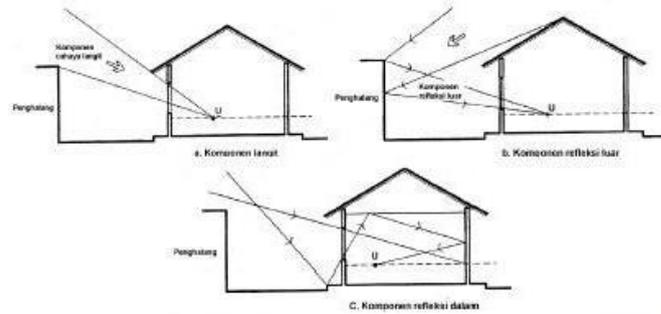
Pendahuluan

Area urban atau perkotaan merupakan wilayah dengan kegiatan utama yang bukan pertanian melainkan sebagai pusat dan ditribusi pelayanan jasa pemerintah, sosial, dan ekonomi (Oroh dkk, 2019). Perkembangan suatu wilayah khususnya area urban dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya faktor geografis, jumlah sarana dan prasarana, jumlah penduduk, jarak dengan pusat kota, aksesibilitas yang memadai, iklim serta sumber daya alam yang melimpah (Supriyatin dkk, 2020). Keberagaman aktivitas yang terjadi di area urban berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang menempati suatu area/wilayah. Seiring bertambahnya jumlah penduduk pada suatu area maka kebutuhan akan sarana dan prasarana untuk beraktivitas juga bertambah, sedangkan luas lahan suatu area selalu stagnan, sehingga kepadatan pembangunan tidak dapat dihindari akibat dari kepadatan penduduk. Menurut Khasanah dan Astuti (2020), pembangunan pada area urban memiliki berbagai tujuan seperti rumah tinggal, kantor, toko, kos, dsb. Akibat dari kebutuhan bangunan yang beragam dan lahan yang terbatas di area urban, bangunan sering kali berhimpitan satu sama lain yang mengakibatkan tidak adanya potensi bukaan pada sisi kanan dan kiri bangunan. Bukaan berfungsi sebagai masuknya pencahayaan alami dan atau penghawaan alami (Arifin dan Hidayat, 2018).

Pencahayaan penting bagi pengguna untuk beraktivitas dalam ruangan. Tipe bangunan, ketinggian, rasio bangunan dan tata massa, serta keberadaan bangunan lain di sekitar merupakan pertimbangan -pertimbangan dalam pemilihan strategi pencahayaan (Kroelinger, 2005).

Pencahayaan dibagi menjadi 2 jenis yakni pencahayaan alami dan buatan. Menurut Thojib dan Adhitama (2013), pencahayaan alami adalah pencahayaan yang berasal dari alam, umumnya dikenal dengan cahaya matahari. Pencahayaan alami menjadi paling baik karena memiliki spektrum warna paling lengkap. Masuknya sinar matahari ke dalam ruangan melalui bukaan menghasilkan keuntungan bagi penggunanya berupa penerangan alami yang dapat menghemat listrik.

Menurut Nurhaiza dan Lisa (2016), faktor pencahayaan alami siang hari ada 3 komponen yakni (1) *sky component* (SC), merupakan komponen pencahayaan langsung cahaya langit, (2) *externally reflected component* (ERC), merupakan komponen pencahayaan hasil refleksi benda sekitar bangunan, (3) *internally reflected component* (IRC), merupakan komponen pencahayaan hasil refleksi permukaan dalam ruangan (gambar 1).



Gambar 1. Komponen cahaya langit

Sumber: SNI, 2001

Dalam konteks area urban, bukaan sering kali ditemui dengan ukuran yang minimalis mengingat banyak bangunan saling berhimpitan yang merupakan akibat dari terbatasnya lahan untuk membangun. Tingkat pencahayaan pada berbagai jenis bangunan tentu saja memiliki standar yang berbeda-beda. Menurut SNI 03-6197-2000 tingkat pencahayaan pada rumah tinggal memiliki standar sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat pencahayaan rata-rata yang direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K-5300K	Daylight > 5300 K
Rumah tinggal:					
Ruang tamu	120 - 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 - 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 - 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 - 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦

Sumber: SNI 03-6197-2000, 2021

Bukaan pada sebuah bangunan ada berbagai macam jenis seperti jendela, jalusi, ventilasi, dan *skylight*. Pada bangunan yang berhimpitan di area urban bukaan yang memungkinkan untuk diterapkan adalah jendela pada sisi depan bangunan dan juga *skylight*. Menurut Dora, dkk. (2011), *skylight* merupakan bukaan yang ditempatkan pada langit-langit ruangan sedangkan menurut Sari (2017), *skylight* merupakan sistem bukaan atas yang dapat meminimalkan penggunaan energi untuk penerangan di dalam bangunan, selain itu juga menyediakan pencahayaan yang optimal. Jenis dari *skylight* ada beberapa macam yakni *horizontal window*, *roof lantern*, dan *oculus* (gambar 2). *Skylight* dapat membantu untuk mendistribusikan cahaya alam ke seluruh ruang dengan lebih merata.



Gambar 2. Jenis skylight

Sumber: Dora, dkk., 2001

Objek penelitian yang digunakan adalah rumah tinggal 1 lantai yang berada di daerah Condongcatut, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Letak objek penelitian berada di antara 2 bangunan, pada sisi utara terdapat rumah tinggal 2 lantai dan sisi selatan terdapat rumah tinggal 1 lantai yang dibatasi dengan jalan kecil dengan lebar 1 meter. Permasalahan yang dijumpai pada objek penelitian adalah minimnya sebaran cahaya pada ruang dalam bangunan. Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada efektivitas persebaran cahaya dengan penggunaan 3 ukuran skylight yakni $1 \times 1 \text{ m}^2$, $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$, $2 \times 2 \text{ m}^2$. Pemilihan penggunaan ukuran skylight yang spesifik didasari oleh ukuran skylight fabrikasi yang ada yakni dari merk dagang *express skylight* dan *euro skylight*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai perbandingan efektivitas dari pemberian skylight dengan 3 ukuran tertentu dalam memasukkan cahaya alami. Penelitian ini memiliki keunikan dalam objek penelitian yang menggunakan studi kasus nyata dan pengaplikasian *software* dalam membantu proyeksi pengaplikasian skylight pada objek penelitian tersebut.

Metode

Lokasi Objek Studi

Lokasi objek studi yang dijadikan untuk penelitian berada di Condongcatut, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 3. Lokasi objek studi

Sumber: Google maps, 2021



Gambar 4. Objek studi

Sumber: Dokumentasi Peneliti, 2021

Objek studi merupakan rumah tinggal yang berada di permukiman padat penduduk dan memiliki kelemahan pencahayaan minim, dikarenakan bangunan yang berhimpitan satu sama lain. Selain itu, bayangan bangunan yang lebih tinggi akan mengurangi banyaknya intensitas cahaya yang akan masuk ke dalam rumah. Karena padatnya bangunan serta bayangan bangunan lain, maka cahaya yang masuk ke dalam rumah kemungkinan hanya dapat melalui atap bangunan. Oleh karena itu, bangunan dijadikan objek studi sebagai penelitian tentang efektivitas *skylight*.

Luas rumah tinggal secara keseluruhan yaitu sekitar 42.5 m². Orientasi rumah menghadap ke timur dan di sebelah utara rumah berhimpitan dengan rumah yang lain. Sedangkan, sebelah selatan rumah merupakan jalan dengan lebar ±1 meter.

Metode Persiapan dan Pengambilan Data

Metode persiapan atau tahap awal persiapan dimulai dari melakukan survei terlebih dahulu ke tempat objek studi yang akan diteliti. Kemudian menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti alat tulis dan juga meteran untuk mengukur. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil gambar/sketsa objek studi dan mengukur objek studi.

Metode Analisis Data

Hasil pengukuran objek tersebut akan dibuat ke dalam bentuk 3D *modelling* pada program SketchUp. SketchUp adalah aplikasi pemodelan 3D intuitif yang memungkinkan untuk membuat dan mengedit model 2D dan 3D dengan metode "*Push and Pull*".



Gambar 5. SketchUp

Sumber: Google images, 2021

Setelah 3D *modelling* selesai dibuat, selanjutnya akan disimulasikan menggunakan program DesignBuilder dan melakukan perbandingan sebaran cahaya pada ruangan sebelum dan sesudah diberikan bukaan berupa *skylight*. Standar yang akan digunakan mengacu pada SNI 03- 6197-2000 yang menjabarkan tentang standar besaran lux pada rumah tinggal yakni 250 lux.



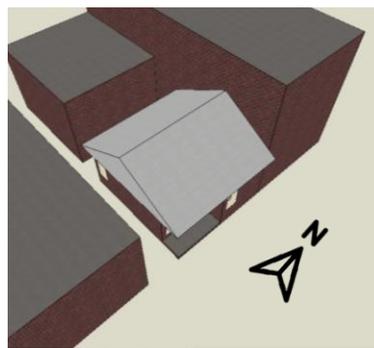
Gambar 6. DesignBuilder

Sumber: Google images, 2021

DesignBuilder adalah program canggih untuk memeriksa kinerja energi, karbon, pencahayaan, dan kenyamanan pada bangunan.

Hasil dan Pembahasan

Survei pengukuran objek studi dilakukan pada tanggal 29 November 2021 dengan mengambil data ukuran bangunan dan kawasan sekitar bangunan. Pengambilan data bertujuan sebagai acuan pembuatan model 3D pada aplikasi SketchUp.



Gambar 7. Axonometri objek studi

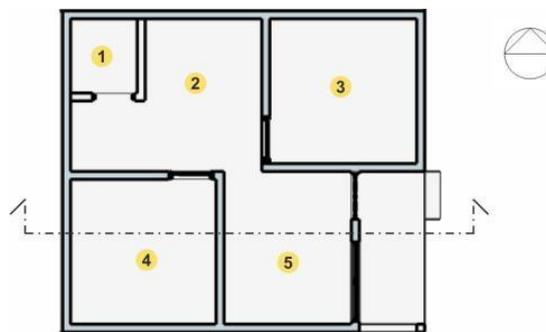
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Bangunan objek studi memiliki atap pelana dengan beberapa bukaan berupa jendela dan ventilasi pada dinding bangunan. Penggunaan penutup rangka atap pada bangunan ini adalah plafon horizontal konvensional yang menempel pada balok bangunan. Berdasarkan hasil analisis dari teori, hanya pada sisi timur bangunan yang terdapat faktor pencahayaan *sky component* (cahaya matahari dapat langsung masuk), sedangkan pada sisi barat dan selatan bangunan terdapat faktor pencahayaan *externally reflected component* (cahaya matahari dipantulkan oleh bangunan sebelahnya) namun tidak begitu efektif karena mengingat kerapatan antar bangunan yang sangat berdempetan.



Gambar 8. Letak plafon horizontal

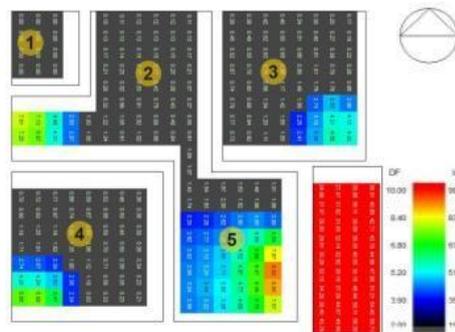
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021



Gambar 9. Titik ukur pencahayaan

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

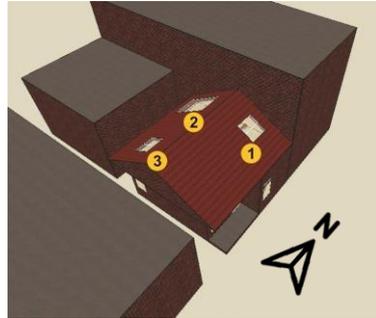
Titik ukur pencahayaan dilakukan pada 5 titik dalam bangunan. Titik 1 merupakan toilet, titik 2 merupakan dapur, titik 3 merupakan kamar tidur 1, titik 4 merupakan kamar tidur 2, titik 5 merupakan ruang tamu. Simulasi pengukuran pencahayaan pada objek studi dilakukan menggunakan program DesignBuilder dengan hasil awal tanpa penambahan *skylight*:



Gambar 10. Hasil simulasi pencahayaan tanpa *skylight*

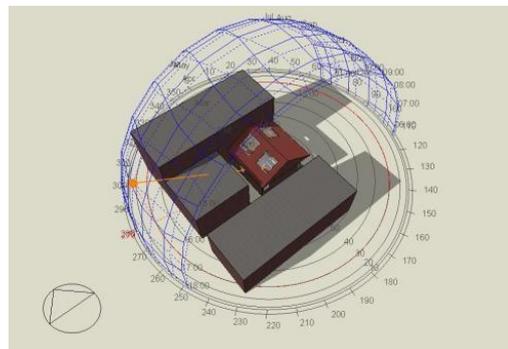
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Hasil simulasi awal menunjukkan bahwa titik 1, 2, 3, dan 4 memiliki sebaran pencahayaan yang kurang merata dibanding titik 5. Berangkat dari hasil simulasi, penambahan *skylight* diperlukan dalam membantu persebaran cahaya yang lebih merata. Penelitian ini berfokus pada 3 variabel *skylight* dengan ukuran 1 x 1 m², 1.5 x 1.5 m², dan 2 x 2 m².



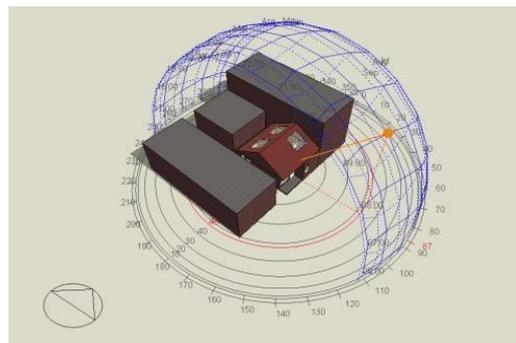
Gambar 11. Axonometri objek studidengan penambahan *skylight*

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021



Gambar 12. *Sunpath* dari arah barat

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021



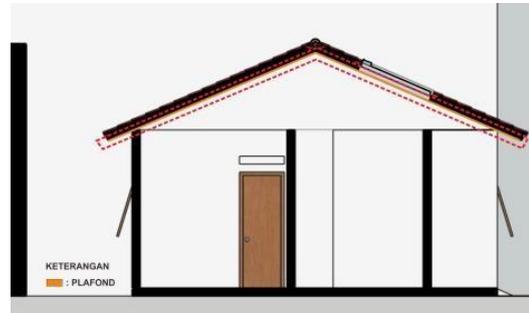
Gambar 13. *Sunpath* dari arah timur

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Peletakkan *skylight* pada bangunan terdiri dari 3 titik (2 pada bagian barat dan 1 pada bagian timur). Jumlah *skylight* pada sisi barat lebih banyak karena sisi barat objek penelitian berhimpitan dengan bangunan lainnya sehingga pencahayaan yang masuk melalui jendela konvensional terbatas (gambar 12). Jenis *skylight* yang digunakan merupakan horizontal *window skylight*.

Penambahan *skylight* mengakibatkan diperlukannya intervensi pada plafon bangunan. Intervensi yang dilakukan adalah penggantian jenis plafon horizontal ke plafon diagonal yang langsung menempel pada rangka atap sehingga

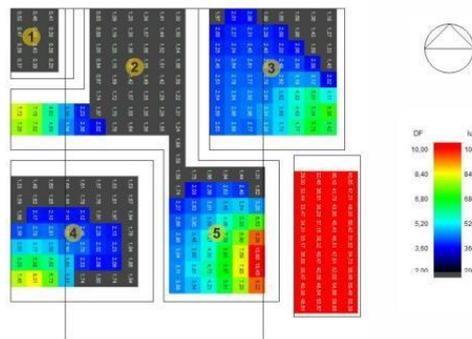
memudahkan untuk pemberian lubang pada bagian plafon yang terkena bagian *skylight*.



Gambar 14. Letak plafon diagonal

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

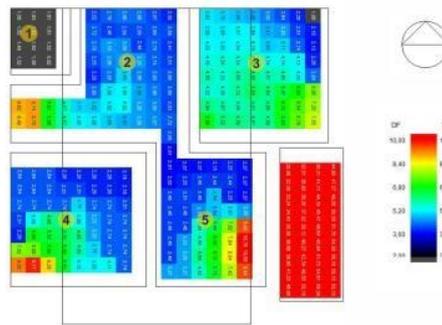
Hasil simulasi objek studi dengan menambahkan *skylight* berukuran 1 x 1 m², pada titik 1 menghasilkan persebaran cahaya yang tidak memenuhi standar. Pada titik 1, persebaran cahaya berkisar antara 25 hingga 52 lux. Pada titik 2 (dapur) persebaran cahaya berkisar antara 83 hingga 176 lux. Pada titik 3 (kamartidur 1) persebaran cahaya cukup baik karena ½ dari luasan ruangan mencapai standar SNI (250 lux). Persebaran cahaya pada titik 3 yaitu berkisar antara 201 hingga 291 lux. Sedangkan, pada titik 4 (kamar tidur 2) persebaran cahaya sangat bervariasi antara 133 hingga 745 lux.



Gambar 15. Hasil simulasi pencahayaan dengan *skylight* ukuran 1 x 1 m²

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

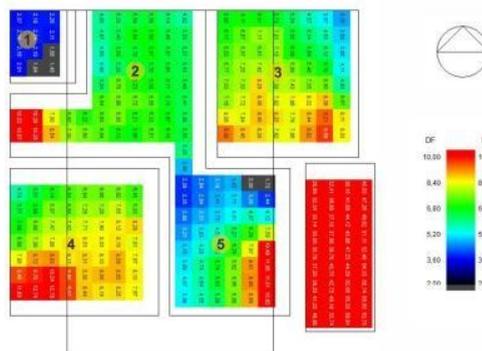
Cahaya pada titik 5 bagian timur terlalu berlebihan dikarenakan selain *skylight*, cahaya didapat dari pintu dan juga jendela.



Gambar 16. Hasil simulasi pencahayaan dengan *skylight* ukuran 1.5 x 1.5 m²

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Hasil simulasi objek studi dengan menambahkan *skylight* berukuran 1.50 x 1.50 m², pada titik 1 menghasilkan persebaran cahaya yang tidak memenuhi standar. Pada titik 1, persebaran cahaya berkisar antara 92 hingga 163 lux. Pada titik 2 (dapur) persebaran cahaya cukup baik karena ½ dari luasan ruangan mencapai standar SNI (250 lux) yaitu berkisar antara 241 hingga 298 lux. Persebaran cahaya di titik 3 (kamar tidur 1) lebih dari cukup karena mayoritas intensitas cahaya 400 lux. Titik 4 (kamar tidur 2) persebaran cahaya sudah cukup baik dimana ½ dari luasan ruangan sudah mencapai SNI yaitu antara 219 hingga 274. Pada titik 5 (titik ruang tamu) cahaya ruangan juga sudah mencapai standar.



Gambar 17. Hasil simulasi pencahayaan dengan *skylight* ukuran 2 x 2 m².

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Simulasi terakhir objek studi yaitu dengan penambahan *skylight* yang berukuran 2 x 2 m². Titik 1 pada simulasi terakhir ini mendapat cahaya yang cukup dikarenakan *skylight* yang berukuran cukup besar sehingga ruangan kamar mandi (titik 1) mendapat sebaran cahaya. Sedangkan pada titik 2, 3, 4 dan 5 sebaran cahaya terlalu berlebihan (berkisar antara 400 hingga 1200 lux).

Setelah dilakukan pengukuran pada 5 titik menggunakan simulasi program DesignBuilder, didapatkan data persentase luasan yang memenuhi standar tingkat pencahayaan pada rumah tinggal berdasarkan SNI 03- 6197-2000 pada masing-masing variabel sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase luasan

Ukuran Skylight	Titik Ukur Pencahayaan (Persentase 200-250 lux)				
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
Variabel 1 (1 x 1 m ²)	0%	8.5%	56.3%	31.3%	16.3%
Variabel 2 (1.5 x 1.5 m ²)	0%	50%	12.5%	50%	49%
Variabel 3 (2 x 2 m ²)	90%	0%	0%	0%	14.3%

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2021

Pada hasil pengukuran didapatkan bahwa variabel 2 dengan ukuran *skylight* 1.5 x 1.5 m² memiliki jumlah titik dengan persentase besar ($\pm 50\%$) paling banyak yakni hingga 3 titik (titik 2, 4, dan 5). Pada titik 1 hanya terpenuhi dengan penggunaan variabel 3 (2 x 2 m²) yang dikarenakan ukuran *skylight* lebih luas dibanding variabel 1 dan 2 namun penggunaan variabel 3 juga berdampak pada titik lainnya seperti pada titik 2, 3, dan 4 yang menjadi terlalu silau karena sangat terpapar sinar matahari. Titik 3 memiliki persentase luasan sebaran cahaya sesuai standar yang paling baik jika menggunakan variabel 1 dibanding variabel lainnya yakni hingga 56.3%.

Berdasarkan hasil analisis diatas, maka penggunaan *skylight* dengan ukuran 1.5 x 1.5 m² (variabel 2) menjadi pilihan yang sesuai jika diletakkan pada sisi barat bangunan karena berdampak besar dalam persebaran luasan cahaya matahari yang masih sesuai standar pada titik 2, 4, dan 5. Sisi timur bangunan lebih sesuai jika menggunakan *skylight* dengan ukuran 1 x 1 m² (variabel 1) karena lebih berdampak dalam meningkatkan persebaran luasan cahaya matahari pada titik 3. Dengan penggunaan kedua variabel tersebut maka persebaran cahaya pada titik 2, 3, 4, dan 5 sudah menjadi lebih merata sesuai standar, namun titik 1 masih belum mencapai standar meskipun terdapat peningkatan hingga 1-1.5 kali lipat, sehingga hal yang dapat dilakukan adalah penggunaan lampu atau penambahan panjang pada ukuran *skylight*.

Simpulan dan Saran

Dalam perencanaan penggunaan *skylight* pada bangunan jenis plafon patut diperhatikan dalam kecocokan dan kegunaannya, selain hal tersebut juga harus dilakukan analisis faktor cahaya yang ada pada bangunan sehingga kemudian pemasangan alat bantu pemasukan cahaya dapat menjadi lebih efektif sesuai dengan kebutuhan ruang (termasuk *skylight* sebagai salah satunya). Salah satu jenis plafon yang cocok adalah plafon diagonal yang menempel pada rangka atap. Penggunaan *skylight* berjenis horizontal *window* dapat digunakan pada berbagai jenis bangunan termasuk bangunan dengan atap miring.

Skylight dengan ukuran 1 x 1 m² (variabel 1) cocok digunakan pada sisi timur bangunan karena dapat meningkatkan persebaran cahaya matahari yang sesuai dengan standar hingga 56.3% pada titik 3. *Skylight* dengan ukuran 1.5 x 1.5 m² (variabel 2) cocok digunakan pada sisi barat bangunan karena efektif dalam meningkatkan persebaran cahaya hingga $\pm 50\%$ pada titik 2, 4, dan 5. Titik 1 yang merupakan toilet mendapat peningkatan besaran intensitas cahaya 1-1.5 kali lipat namun belum memenuhi standar, sehingga hal yang dapat dilakukan adalah penambahan panjang *skylight* pada sisi barat bangunan atau menggunakan lampu

sebagai pencahayaan tambahan.

Daftar Pustaka

- Arifin, Ikhwan Nur dan M. Syarif Hidayat. (2018). Pengaruh Bukaian Terhadap Kinerja Termal Pada Masjid Jendral Sudirman. Dalam *Vituvian*, Vol. 7 No. 2. Jakarta: Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Dora, Purnama Esa. (2011). *Pemanfaatan Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggal Tipe Townhouse di Surabaya*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Khasanah, Ma'rifatun dan Dyah Widi Astuti. (2020). Memahami *Urban Sprawl*: Analisa Perkembangan Pemukiman Kota Salatiga Dengan Digitasi Arcgis, dalam *Langkau Betang*, Vol. 7 No. 2. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kroelinger D. (2005), Daylight in Buildings. Dalam *Informe Design*, Vol. 03 No. 3. Minneapolis: University of Minnesota.
- Nurhaiza dan Nova Purnama Lisa. (2016). Optimalisasi Pencahayaan Alami pada Ruang. Dalam *Jurnal Arsitekno*, Vol. 7 No. 7. Aceh Utara: Universitas Malikussaleh.
- Oroh, Alfiando, dkk. (2019). Analisis Karakteristik Wilayah Peri Urban Berdasarkan Aspek Fisik di Kecamatan Pineleng Kabupaten Minahasa. Dalam *Spasial*, Vol. 6 No. 2. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Sari, Tara Paramita. (2017). Kontribusi *Skylight* Terhadap Performa Pencahayaan Alami Greenhost Boutique Hotel di Yogyakarta. Prosiding *seminar nasional energi efficient for sustainable living*, November 2017, 45-61. Bandung: Universitas Katholik Parahyangan.
- SNI 03-6197-2000: Konservasi energi pada sistem pencahayaan, BSN Jakarta.
- Supriyatin, dkk. (2020). Pemetaan Karakteristik Wilayah Urban Dan Rural Di Wilayah Bandung Raya dengan Metode Spatial Clustering. Dalam *Jurnal Geografi*, Vol. 12 No. 02. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Thojib, Jusuf dan Muhammad Satya Adhitama. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang). Dalam *RUAS*, Vol. 11 No. 2. Malang: Universitas Brawijaya.