
PENGARUH DESAIN *SECONDARY SKIN* TERHADAP PENCAHAYAAN ALAMI DENGAN PENERAPAN MOTIF ISLAMI

David Ricardo

Prodi Arsitektur, Fakultas Teknologi
Infrastruktur dan Kewilayahan,
Institut Teknologi Sumatera
david.ricardo@ar.itera.ac.id

ABSTRAK

Pencahayaan alami mempunyai dampak terhadap kenyamanan dari pengguna bangunan terutama pencahayaan alami yang berlebihan. Penelitian ini merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi pencahayaan alami yang terjadi seperti besaran *Lux* yang dapat dihasilkan. Tujuan utama penelitian adalah mengkaji dan menguji *secondary skin* sebagai pemecahan permasalahan terhadap panas matahari yang masuk ke dalam bangunan. Fungsi *secondary skin* selain sebagai penghalang sinar matahari juga dapat digunakan sebagai identitas lokal dan elemen estetika pada fasad bangunan. Berbagai bentuk dan bahan akan menghasilkan ragamnya analisa penelitian tentang *secondary skin*. Pola motif Islam adalah bentuk *secondary skin* yang dipilih untuk memperkuat karakter pada bangunan tempat ibadah umat muslim seperti sebuah bangunan Masjid. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan simulasi digital dengan objek adalah Masjid *Quwwatul Islam* di Kota Yogyakarta. Penelitian ini dimulai dengan analisa berupa simulasi pencahayaan alami terhadap *existing* (tanpa *secondary skin*) untuk mendapatkan data awal yang dilanjutkan dengan melakukan pengujian menggunakan 3 (tiga) alternatif *secondary skin*. Hasil akhir dari penelitian ini adalah mendapatkan 1 (satu) alternatif dengan *lux* yang mendekati standar *Lux* untuk ruang ibadah.

Riwayat naskah:

Naskah diterima 07 Januari 2022

Naskah revisi akhir diterima 25 Mei 2022

KATA KUNCI: *secondary skin*, pencahayaan alami, simulasi digital, motif islami

Natural lighting has an impact on the comfort of building users, especially excessive natural lighting. This research is one way to identify natural lighting that occurs such as the amount of Lux that can be generated. The main purpose of this research is to study and test secondary skin as a solution to the problem of solar heat entering the building. The secondary skin function other than as a barrier to sunlight can also be used as a local identity and aesthetic element on the facade of the building. Various forms and materials will produce a variety of research analysis on secondary skin. The pattern of Islamic motifs is a form of secondary skin that was chosen to strengthen the character of a building for Muslim places of worship such as a mosque building. The test is done by using a digital simulation with the object is the Quwwatul Islam Mosque in the city of Yogyakarta. This study begins with an analysis in the form of a simulation of natural lighting on the existing (without secondary skin) to obtain initial data, followed by testing using 3 (three) alternative secondary skins. The final result of this research is to get 1 (one) alternative with a lux that is close to the Lux standard for worship spaces.

KEYWORDS: *secondary skin, natural lighting, digital simulation, islamic motif*

PENDAHULUAN

Pengaruh dari pencahayaan alami tentunya tidak terlepas dari sinar matahari yang dirasakan langsung oleh tubuh manusia. Pencahayaan alami merupakan penggunaan cahaya yang bersumber dari alam sebagai penerangan yaitu dari sinar matahari (Latifah, 2015). Sinar matahari merupakan sumber pencahayaan terbesar yang dimiliki oleh bumi. Bangunan sebagai tempat bernaung bagi kelangsungan hidup manusia yang pasti secara langsung akan terpengaruh oleh efek

radiasi dari sinar matahari sebagai sumber pencahayaan alami bumi. Pada setiap negara di belahan bumi terdapat pembagian konsumsi sinar matahari yang berbeda-beda tidak terkecuali dengan negara Indonesia. Sebagai negara yang beriklim tropis, Indonesia merupakan negara yang mendapatkan ekspos sinar matahari langsung di sepanjang tahunnya.

Sinar matahari yang datang memiliki dampak positif dan negatif. Dampak negatif dari sinar matahari langsung dapat diminimalisir dengan bantuan filter.

Efek pertama yang terlihat adalah bidang kulit terluar fasad bangunan akan memantulkan dan menyerap panas. Fasad merupakan pembatas antara ruang luar dengan ruang dalam pada sebuah bangunan (Sandak, 2019). Sehingga ruang dalam akan menjadi panas dan membuat penghuni bangunan merasa tidak nyaman. Efek lain berupa silau akibat dari pemantulan cahaya dan bukaan yang tidak memperhatikan arah jatuhnya sinar matahari. Ada dua alternatif cara pemecahan yang biasa digunakan antara lain adalah pengaturan bukaan jendela dominan dengan mengarahkan posisi arah utara maupun arah selatan. Alternatif lain adalah dengan menggunakan *secondary skin* yang fungsinya mengontrol masuknya sinar matahari secara langsung. *Secondary skin* berasal dari ide dasar yaitu *double skin* sebagai kulit bangunan.

Secondary skin adalah konsep kulit luar bangunan yang terdiri dari dua lapis bidang (*inner skin dan outer/secondary skin*) yang membentuk rongga (Nugroho, 2012). Biasanya *secondary skin* punya bentuk dan pola yang beragam. Dari pola dan bentuk yang beragam tersebut dapat diketahui pengaruhnya terhadap bangunan. Fasad yang dirancang dengan benar, maka dapat memberikan peningkatan performa terhadap iklim mikro dalam bangunan yang terkait dengan penggunaan energi, dibandingkan dengan fasad *single skin* (tunggal) (Poirazis, 2007).

Pada saat sekarang banyak desain bangunan yang menggunakan *secondary skin* tidak hanya bangunan komersil maupun *hospitality*. Salah satu contohnya adalah bangunan keagamaan. Mayoritas agama Islam yang mendominasi menyebabkan banyak dibangun Masjid dengan bentuk dan penataan fasad yang berbeda. *Secondary skin* mungkin cara untuk mendapatkan kesan estetika yang berbeda dan juga berfungsi sebagai filter cahaya matahari. Masjid dengan desain *secondary skin* banyak digunakan untuk diikutsertakan dalam perlombaan desain nasional maupun kedaerahan. Tetapi kekurangan yang banyak terjadi adalah para pemenang desain hanya mementingkan elemen estetika daripada fungsi utama sebagai filter cahaya berlebih. Oleh karena itu, perlu diadakan studi lebih lanjut untuk meneliti hal tersebut. Di dalam decade penelitian terakhir ini, program simulasi energi (simulasi digital) pada bangunan telah sering digunakan sebagai alat untuk merancang bangunan hemat energi seperti pencahayaan yang optimal (Douglass dan Leake, 2011). Sehingga diharapkan proses akhir setelah bangunan jadi adalah untuk memanfaatkan strategi pasif sehingga dapat meminimalkan energi secara signifikan melalui penggunaan cahaya buatan yang optimal dan tidak berlebihan (Aksamija, 2013).

Perumusan Masalah

Permasalahan utama adalah masuknya cahaya ke dalam ruangan yang tidak sesuai standar untuk ruang

ibadah yaitu sebesar 400 *Lux*. Oleh karena itu, perlu penanganan khusus terhadap permasalahan tersebut yaitu dengan penggunaan *secondary skin*. Penerapan *secondary skin* juga harus mencerminkan karakter lokalitas dari bangunan atau lebih tepatnya dengan menerapkan fasad dengan konsep motif Islami. Penanganan permasalahan tersebut selain menghalangi permasalahan cahaya alami yang berlebihan di mana cahaya yang diterima dari pengguna adalah cahaya tidak langsung (Ulrich dkk, 2007), juga dapat membentuk karakteristik dari bangunan.

Studi kasus penelitian ini adalah ruang ibadah pada Masjid *Quwwatul Islam* Yogyakarta di Kota Yogyakarta. Apabila dilihat dengan teliti, akibat dari pencahayaan yang berlebihan akan menghasilkan suhu yang tinggi dan membuat pantulan cahaya yang berlebihan. Pada penelitian ini akan terlihat berapa besar dampak dari besar atau kecil lubang dari pola dan bentuk fasad bangunan terutama pengaruh terhadap ruang ibadah sebagai ruang utama yang digunakan untuk prosesi Peribadatan.

KEUTAMAAN PENELITIAN (URGENSI)

Ruang lingkup pada objek penelitian ini adalah merancang fasad dengan motif Islam untuk mereduksi panas matahari langsung dengan eksplorasi bentuk. Sebagai studi kasus dipilih Masjid *Quwwatul Islam* Yogyakarta. Tujuan penelitian adalah mengkaji dan menguji berbagai motif pada *secondary skin* dengan pendekatan terhadap standarisasi *lux* yang terjadi dengan penerapan fasad berdasarkan identitas lokal (motif Banjarmasin)

Dampak positif dari penelitian ini tidak hanya dari kenyamanan terhadap pencahayaan alami tetapi juga memunculkan konsep baru yang akan mengangkat kembali kearifan lokal masyarakat Banjarmasin dengan konteks yang berbeda yaitu konteks Islami yang tanggap terhadap cahaya yang masuk melalui desain dan simulasi digital.

TINJUAN PUSTAKA

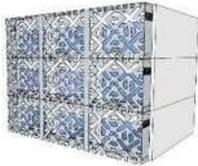
Secondary Skin

Penggunaan *secondary skin* tentunya tidak terlepas dari bentuk dan bahan yang akan digunakan dengan tujuan atau fungsi yang beragam. *Double skin façade* atau *secondary skin* adalah salah satu bentuk fasad yang berada pada kulit sisi luar dan mampu meningkatkan estetika dan mengatasi pengaruh cahaya matahari (Rahadian dkk, 2021). Fungsi *secondary skin* juga untuk menahan masuknya air hujan, pengaman atau pelindung bangunan, membatasi privasi, mengurangi rambat panas, dan dapat menyembunyikan perlengkapan jaringan mekanikal atau elektrik pada fasad bangunan.

Secondary skin memiliki fungsi, bentuk, dan bahan yang beragam dari bentuk yang biasa sampai bentuk yang acak (abstrak). Beberapa bahan yang digunakan untuk pembuatan secondary skin adalah besi hollow, kayu dan baja. Tujuan dari bentuk dan pemilihan bahan adalah untuk menyesuaikan dengan fasad bangunan sehingga mampu menambahkan nilai estetika pada bangunan. Terdapat beberapa tipe secondary skin yaitu shaft box, box window, multistory window, corridor window (Oesterle dkk, 2001). Dari bentuk dan bahan serta fungsi yang beragam akan didapatkan klasifikasi secondary skin yang tepat untuk digunakan pada bangunan. Dalam merancang secondary skin memiliki beberapa parameter, yaitu:

1. Motif/pola secondary skin,
2. Jarak secondary skin,
3. Material secondary skin,
4. Tipe secondary skin,
5. Teknologi secondary skin

Tabel 1. Type Secondary Skin

No.	Tipe	Keterangan
1	Corridor Window	Tipe corridor window merupakan secondary skin yang melebar mengikuti lebar dinding bangunan atau pada salah satu lantai bangunan. Sehingga pembatas secondary skin terdapat pada bagian atas dan bawah secondary skin tersebut. Tipe Secondary skin ini memberikan kemudahan dalam perawatan. Biasa diaplikasikan pada bangunan tinggi.
		
2	Multistory Window	Tipe multistory window merupakan secondary skin dengan konsep menyelubungi bangunan hampir seluruh luasan dinding luar pada bangunan. Tipe ini sangat baik dalam mengalirkan udara panas. Namun lemah dalam hal perawatan.
		

(Sumber : Razqyan dkk, 2014)

Tabel 2. Perbandingan Material Secondary Skin

No.	Material	Daya tahan	Ringan	Mudah dibentuk
-----	----------	------------	--------	----------------

1	 Baja Profil	x	x	-
2	 Beton Ringan	x	-	-
3	 GCR	x	-	x
4	 ACP	x	x	x
5	 Papan Semen	x	-	x

Keterangan:

(x) = Rekomendasi baik

(-) = Tidak Rekomendasi

(Sumber : Razqyan dkk, 2014)

Menurut Belgian Building Research Institute jarak secondary skin yang digunakan pada umumnya antara 0,2 m hingga 2 m (Razqyan dkk, 2014). Jumlah ragam seni ornamen yang sangat banyak akan menambah kekayaan desain secondary skin bangunan (Muhammad, 2012).

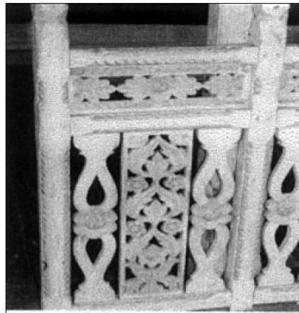
Motif Islami Banjar

Masjid Quwwatul Islam merupakan masjid yang direncanakan untuk memiliki karakter Masjid Islam daerah Banjar Kalimantan Selatan. Berdasarkan karakter itulah desain motif secondary skin yang digunakan adalah motif yang dikembangkan dari falsafah Banjar berdasarkan ajaran islam. Sesuai dengan ajaran agama Islam yang melarang visualisasi makhluk hidup yaitu hewan dan manusia, maka bentuk-bentuk elemen dekoratif di rumah biasanya tidak ada yang memvisualisasikan makhluk hidup. Larangan tersebut muncul untuk mencegah perbuatan musrik atau menyembah selain Allah. Sebagai jalan keluarnya masyarakat Banjar menggunakan tumbuh-tumbuhan dan motif lain seperti tali tambang dan motif sinar sebagai hasil pemahaman mereka terhadap Al Hadist dan ayat-ayat Al-Quran. Selain itu, terdapat pula motif-motif kaligrafi sebagai wujud sifat religius masyarakat Banjar. Adapun jenis-jenis dan makna motif tersebut dijelaskan sebagai berikut:

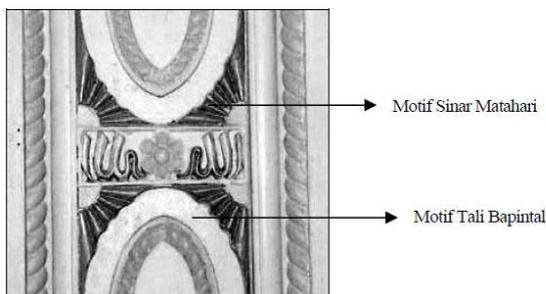
- Tumbuh-tumbuhan sebagai perwujudan dialog masyarakat Banjar dengan lingkungan alam sekitarnya. Motif bunga-bunga melambangkan suatu harapan kehidupan yang

cerah, motif daun dengan warna hijaunya melambangkan kesuburan sedangkan motif buah-buahan bermakna pengecapan dari kehidupan yang subur.

- Motif-motif lain yaitu motif tali tambang biasa disebut *tali bapintal* bermakna persatuan, merupakan aplikasi pemahaman masyarakat Banjar terhadap terjemahan dari suatu ayat kitab suci Al-Quran, surat Al Imron ayat 103 yang berbunyi "*wa'tasyimu bihablillahi jamiaw walatafarroqu*", artinya berpegang teguhlah kamu sekalian pada tali Allah dan janganlah kamu berpecah-belah.
- Motif yang terakhir adalah motif ukiran kaligrafi, nama Allah, Nabi Muhammad SAW, ayat-ayat suci *Al-Qur'an* dan salah satu huruf *hijaiyah* dengan nama *lam jalalah*. *Lam jalalah* diartikan akronim atau singkatan dari "*laa haula wala quwwata illa billah*" yang artinya "tidak ada daya dan kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah".



Gambar 1. Motif Tumbuhan
(Sumber : Sriti & Sherly, 2004)



Gambar 2. Motif Sinar & Tali
(Sumber : Sriti & Sherly, 2004)

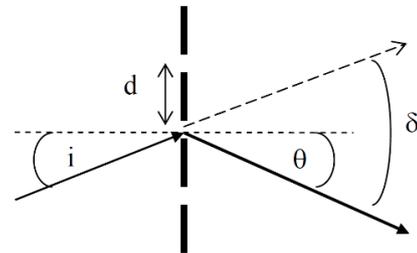


Gambar 3. Motif Ukiran Huruf Lam (Lam Jalalah)
(Sumber : Sriti & Sherly, 2004)

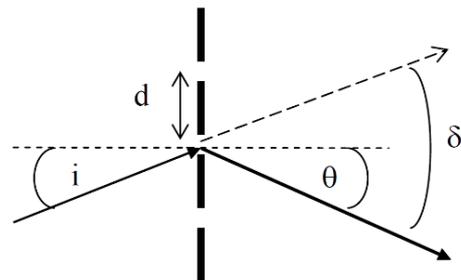
Pencahayaan Alami

Terdapat dua hal dalam pencahayaan alami. Yang pertama adalah cahaya alami (siang hari) dan cahaya langit. Cahaya matahari langsung disebut cahaya matahari sedangkan yang kedua adalah cahaya matahari yaitu melalui difus yang disebut dengan cahaya langit (Soegijanto, 1999). Pada dasarnya cahaya matahari dibagi menjadi tiga yaitu Sunlight, cahaya matahari langsung dan tingkat cahayanya tinggi; *Daylight*, cahaya matahari yang sudah tersebar di langit dan tingkat cahayanya rendah; dan *Reflected light*, cahaya matahari yang sudah dipantulkan (Latifah, 2015).

Standar pencahayaan alami untuk ruang fungsi ibadah, di mana di dalamnya terdapat kegiatan umum dengan detail wajar seperti membaca dan menulis adalah 400 lux dan tingkat kebisingan yang diperbolehkan adalah 35-40 dB (Satwiko, 2008). Ada dua teori difraksi yang digunakan yaitu arah datang matahari tegak lurus dan tidak tegak lurus.



Gambar 4. Sinar datang tegak lurus terhadap kisi difraksi: θ adalah sudut difraksi
(Sumber : Edi, 2012)



Gambar 5. Sinar datang dan sudut penyimpangan sinar terdifraksi terhadap arah sinar datang atau sudut deviasi
(Sumber : Edi, 2012)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan simulasi komputer *ecotect* sebagai alat untuk mengukur tingkat intensitas cahaya pada bangunan sekaligus mengetahui pengaruh cahaya apabila menggunakan *secondary skin* terhadap desain Masjid *Quwwatul Islam* Yogyakarta. Pengumpulan data dengan meminta data primer berupa gambar desain digital (*AutoCAD* dan *Sketchup*) dari perancang

(arsitek) bangunan. Kemudian melakukan pengujian melalui simulasi digital (*Ecotect*) pada model 3 (tiga) dimensi bangunan tanpa menggunakan *secondary skin* dengan proses mendapatkan data awal berupa besaran *Lux* pada ruang ibadah (lantai 2). Setelah itu mencari literatur motif Islam yang dominan yang ada di Provinsi Banjarmasin. Kemudian didapatkan 3 (tiga) Alternatif. Dari hasil tersebut, peneliti membuat model fasad berdasarkan pola motif dengan menyesuaikan ukuran pada fasad bangunan. Setelah itu, dilakukan simulasi digital menggunakan 3 alternatif *secondary skin* yang diletakan pada fasad. Hasil akhir penelitian akan menggambarkan seberapa besar intensitas cahaya (*Lux*) yang masuk baik dari besaran celah / lubang cahaya berdasarkan bentuk motif yang ada.

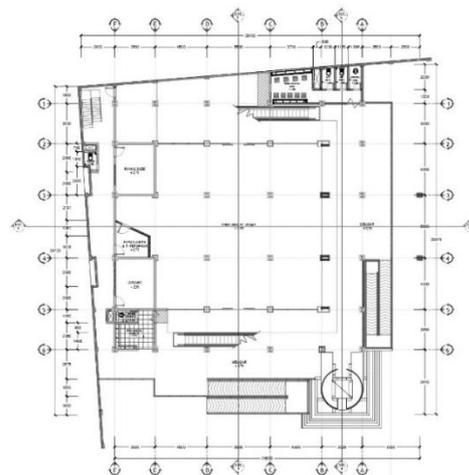


Gambar 7. Gambar Permodelan Masjid
(Sumber : Data Peneliti, 2021)

Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah:

- Lokasi sampel penelitian adalah jalan Mataram No. 1 (satu) Kota Yogyakarta sebagai lokasi desain Masjid *Quwwatul Islam* yang akan dibangun. *Secondary skin* menggunakan motif khas Banjar (motif Islam).
- Pengaruh pencahayaan alami akan dibandingkan dengan standar pencahayaan alami bangunan Masjid (*Lux*).
- Waktu penelitian berdasarkan waktu Sholat yaitu dengan jarak waktu antara pukul 11.00 WIB sampai pukul 12.00 WIB.
- Ruangan yang diteliti hanya sebatas lantai 2 (dua) sebagai ruang utama peribadatan dan dikarenakan lantai satu dipergunakan untuk kantor dan menggunakan kanopi yang panjang sehingga sudah mampu mengurangi sinar matahari langsung.



Gambar 8. Denah Existing Lantai 2 (dua) Tanpa *Secondary Skin* (Ruang Ibadah Utama)
(Sumber : Data Peneliti, 2021)



Gambar 6. Photo Udara Lokasi Masjid Jalan Mataram No 1 (satu) Yogyakarta dan Posisi Matahari
(Sumber : Data Peneliti, 2021)



Gambar 9. Sudut Datang Cahaya Tanpa *Secondary Skin* (Lantai 2)
(Sumber : Data Peneliti, 2021)

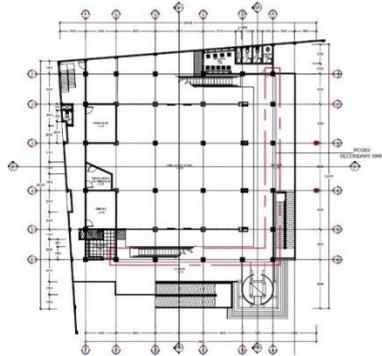


Gambar 10. Hasil Simulasi Lantai 2 (dua) Tanpa *Secondary Skin*
(Sumber : Analisis Peneliti, 2021)

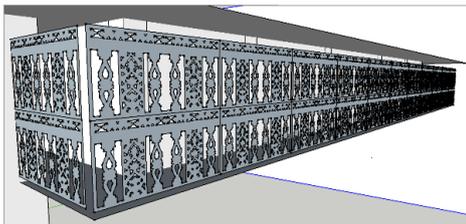
Hasil dari simulasi tanpa *secondary skin* adalah dengan *Lux* tertinggi adalah 566,2 *Lux*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

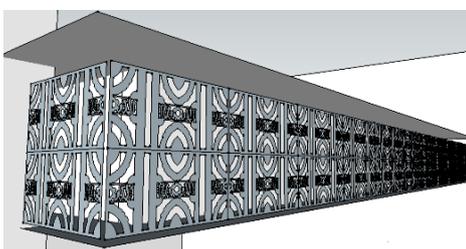
Dalam penelitian ini menggunakan program *ecotect* untuk simulasi. *Radiance* adalah alat yang dipakai untuk melihat tingkat intensitas cahaya yang terjadi. Bahan yang digunakan adalah *ACP (Aluminium Composite Panel)* dan menggunakan motif Islam sebagai nilai kekhasan dan estetika bangunan Islam. Simulasi mengambil sampel pada lantai 2 (dua) sebagai rujukan.



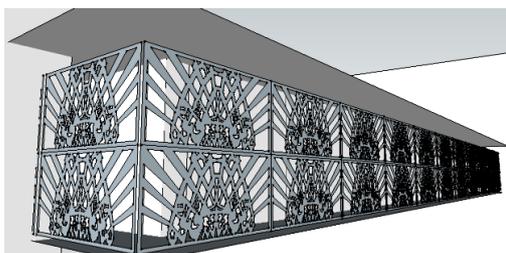
Gambar 11. Posisi Peletakan *Secondary Skin* (Denah)
(Sumber : Data Peneliti, 2021)



Gambar 12. *Secondary Skin* Tipe 1
(Sumber : Analisis Penulis, 2021)



Gambar 13. *Secondary Skin* Tipe 2
(Sumber : Analisis Penulis, 2021)



Gambar 14. *Secondary Skin* Tipe 3
(Sumber : Analisis Peneliti, 2021)

Simulasi dengan *Ecotect* dengan *Radiance*

Ecotect merupakan sebuah *software* berupa program *computational building performance simulation* menyediakan fasilitas untuk pendekatan untuk menganalisa pencahayaan, termal, dan desain akustik (Istiadji dan Binarti, 2007). *Ecotect* digunakan untuk performa bangunan pada tahap awal desain sebagai konsep awal, pada proses desain, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya (Siska dkk, 2020).

Sedangkan *radiance* adalah *plugin* tambahan yang digunakan untuk melihat secara langsung besaran *Lux* yang terpapar pada ruang ibadah akibat dampak dari cahaya yang terjadi pada *software ecotect*.

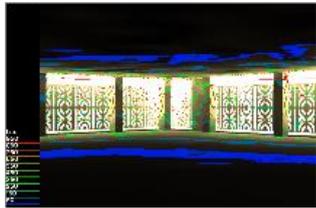
Tabel 3. Perbandingan Simulasi Bentuk *Secondary Skin* dan Hasilnya

BENTUK <i>SECONDARY SKIN</i>	HASIL
<p>Alternatif 1</p>	
<p><i>Contour Lines</i></p>	
<p><i>Contour Bands</i></p>	
<p><i>False Colour</i></p>	
<p>Alternatif 2</p>	

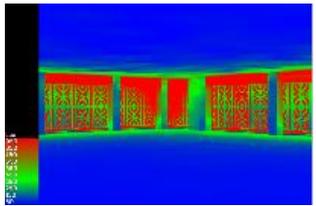
Contour Lines



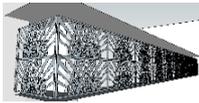
Contour Bands



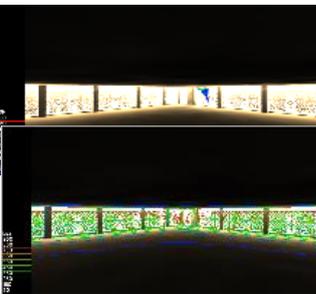
False Colour



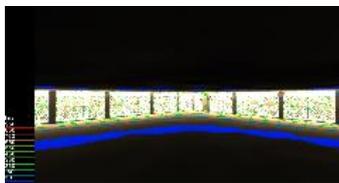
Alternatif 3



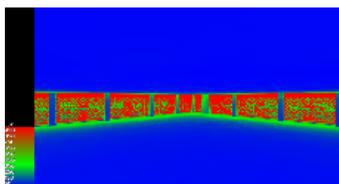
Contour Lines



Contour Bands



False Colour



(Sumber : Analisis Peneliti, 2021)

KESIMPULAN

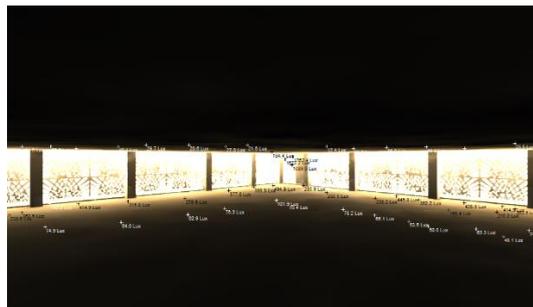
Kesimpulan pada penelitian ini adalah hasil dari analisa menggunakan 3 (tiga) tipe alternatif *secondary skin* yang berbeda motif.



Gambar 15. Hasil Akhir Tipe 1
(Sumber : Analisis Penulis, 2021)



Gambar 16. Hasil Akhir Tipe 2
(Sumber : Analisis Penulis, 2021)



Gambar 17. Hasil Akhir Tipe 3
(Sumber : Analisis Peneliti, 2021)

Berikut adalah tabel perbandingan antara desain *secondary skin* dari ketiga alternatif dengan perbandingan *Lux* yang tertinggi dari arah datang cahaya menuju ke lantai.

Tabel 4. Perbandingan *Lux* dari Tiga Alternatif

Tipe Alternatif <i>Secondary Skin</i>	<i>Lux</i> tertinggi dari setiap alternatif
1	474,4 <i>Lux</i>
2	459,6 <i>Lux</i>
3	494,9 <i>Lux</i>

(Sumber : Analisis Peneliti, 2021)

Berdasarkan seluruh hasil penelitian maka didapatkan perbedaan kualitas cahaya sebelum dan sesudah menggunakan *secondary skin*. Bahan dan

ukuran menyesuaikan dengan bahan *ACP (Aluminium Composite Panel)*. Difraksi yang terjadi tergantung dari arah jatuhnya cahaya matahari dan besarnya celah datangnya matahari. Alternatif tipe 2 memiliki *Lux* yang terendah yaitu 459,6 *Lux* daripada dua alternatif tipe lain (alternatif 1 dan alternatif 3). Hasil *Lux* menunjukkan adanya tidak wajar (berlebihan) dari standar *Lux* untuk bangunan mesjid yaitu sekitar 400 *Lux*. Tetapi jika dibandingkan dengan tanpa *secondary skin* hasilnya jauh lebih baik dengan hanya selisih angka yang tidak terlalu jauh.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan kekurangan yang ada adalah perlu dibuat standar khusus untuk desain *secondary skin* dan bahan yang tepat untuk digunakan tidak hanya sekedar menambah estetika tetapi harus sesuai berdasarkan fungsi *secondary skin* yang lebih tepat untuk memfilter cahaya langsung yang masuk.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Sandak, J. Sandak, M. Brzezicki, and A. Kutnar, Portfolio of bio-based façade materials. (2019).
- Aksamija, Ajla. (2013). *Building Simulations and High-Performance Buildings Research : (Use of Building Information Modeling (Bim) for Integrated Design and Analysis)*. Perkins+Will Research Journal / Vol 05.01.hal 19-37.
- Douglass, C.D and Leake, J. M. (2011). *Instructional Modules Demonstrating Building Energy Analysis Using a Building Information Model. American Society for Engineering Education*. www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/18219/Douglass_Christian.
- Edi Santoso, Ign. (2012). *Pengukuran Jarak Antar Celah Kisi Difraksi dengan Metoda Deviasi Minimum*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- H. Poirazis, *Double-skin façades - A literature review*, vol. 49, no. 10. (2007).
- Istiadji, Agustinus Djoko., Binarti, Floriberta. (2007). *Studi Simulasi Ecotect Sebagai Pendekatan Redesain Akustik Auditorium*. Surabaya: Universitas Petra.
- Jati, Razqyan Mas Bimatyugra., Thojib, Yusuf., Amiuza, Chairil Budiarto. (2014). *Secondary Skin Motif Batik Jawa Timur Pada Hotel di Surabaya*. Malang: Universitas Brawijaya Malang.
- K. Ulrich, T. Klein, M. Bilow, and T. Auer, *Façades, Principles of Construction*, vol. 53. (2007).
- N. L. Latifah, *Fisika Bangunan 1, Penghawaan Alami & Penerangan Alami, Pengendalian Termal (Solar Chart & SPSM)*, 1st ed. Jakarta: Griya Kreasi, 2015
- Nugroho, Muhammad Siam Priyono. (2012). *Seni Ornamen Nuasantara Sebagai Secondary Skin Bagi Sun Control Pada Bangunan*. Surakarta: Program Studi Arsitektur Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Oesterle E., Lieb R-D., Lutz M., Heusler W. (2001). *Double Skin Facades – Integrated Planning*. Munich, Germany: Prestel Verlag.
- Rahadian, Erwin Yuniar., Dwiastuti, Windi., Maretia, Nanda Annisa., Fitriani, Beri. (2021). *Pengaruh Secondary Skin Fasad Bangunan terhadap Kualitas Pencahayaan Alami Ruang Kerja*. Bandung: Insitut Teknologi Nasional Bandung.
- Satwiko, Prasasto. (2008). *Fisika Bangunan I*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Siska, Deassy., Sofyan., Fasdarsyah., Muhklis., Fauzan, M., Nayan, Ahmad., Bustami & Yusra, Rafika. (2020). *Analisis Akustik Ruang Menggunakan Software Ecotect pada GOR ACC Cunda Universitas Malikussaleh*. Aceh: Universitas Malikussaleh.
- Soegijanto. (1999). *Bangunan Di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sri, Sriti Mayang., Melinda, Sherly. (2004). *Aplikasi Pengaruh Islam Pada Interior Rumah Bubungan Tinggi di Kalimantan Selatan*. Surabaya: Universitas Kristen Petra Surabaya