

MATERIAL BANGUNAN RUMAH TINGGAL SEBAGAI KETAHANAN RESIKO COVID-19: STUDI KASUS RUMAH TINGGAL DI KECAMATAN MENGANTI, KABUPATEN GRESIK, JAWA TIMUR

Heristama Anugerah Putra¹, Brina Oktafiana^{2*}
Universitas Katolik Darma Cendika¹
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya²
E-mail: ¹heristama.putra@ukdc.ac.id, ^{2*}brina@itats.ac.id

Diajukan: 10 Desember 2022

Ditinjau: 27 Februari 2023

Diterima: 30 Agustus 2023

Diterbitkan: 12 Desember 2023

Abstrak Protokol kesehatan harus terus dijalankan dalam mencegah virus Covid-19 meskipun kondisi di Indonesia saat ini menunjukkan tingkat penurunan penyebaran dan infeksi. Hal ini dikarenakan pemerintah telah melaksanakan proses vaksinasi secara masal ke seluruh warga masyarakat Indonesia. Terlebih status PKKM sudah dihapuskan dan memberikan kebebasan warga dalam beraktivitas di dalam ataupun luar ruangan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menginvestigasi dampak pemilihan material terhadap pendinginan pasif pada bangunan hunian dalam rangka merespon resiko Covid-19. Tingkat kenyamanan penghuni pada saat berada di dalam rumah dapat ditentukan dari penggunaan material rumah tinggal di Kabupaten Gresik ini. Proses identifikasi menggunakan metode teknik komparasi *heat transfer* secara kuantitatif dari tiap material bangunan pada beberapa bidang dari bangunan rumah tinggal. Proses identifikasi material eksisting pada bangunan terhadap rencana penggunaan material dalam proses *redesign* rumah tinggal. Ketercapaian ketahanan di sini adalah ketepatan penempatan dan pemilihan serta karakteristik dari material yang digunakan. Proses konduksi dan radiasi merupakan faktor kontribusi untuk proses penyaluran bahang pada bangunan. Kenyamanan *thermal* sangat besar dipengaruhi oleh penggunaan material dibandingkan dengan laju pertukaran udara. Nilai *heat transfer* dapat bernilai besar apabila material yang digunakan memiliki nilai *U-value* dan luas bidang yang besar dan ini menyebabkan tingkat kenyamanan *thermal* dalam bangunan menjadi rendah.

Kata kunci: Covid-19; Material Bangunan; Passive Cooling; Ketahanan; Heat Transfer

Abstract Health protocols must continue to be implemented in preventing the Covid-19 virus even though conditions in Indonesia currently show a reduced rate of spread and infection. This is because the government has implemented a mass vaccination process for all Indonesian citizens. Moreover, PKKM status has been abolished and gives residents freedom to do their activities inside or outside the room. The main objective of this study is to investigate the impact of material selection on passive cooling in residential buildings in response to the risk of Covid-19. The comfort level of occupants when they are inside the house can be determined from the use of residential materials in this Gresik Regency. The identification process uses the method of quantitative heat transfer comparison technique of each building material in several areas of residential buildings. The process of identifying existing materials in buildings against plans for the use of materials in the residential redesign process. Achievement of durability here is the accuracy of placement and selection as well as the characteristics of the materials used. Conduction and radiation processes are contributing factors to the heat distribution process in buildings. Thermal comfort is greatly influenced by the use of materials compared to the rate of air exchange. The heat transfer value can be of great value if the material used has a *U-value* and a large surface area and this causes the level of thermal comfort in the building to be low.

Keywords: Covid-19; Building Materials; Passive Cooling; Resillience; Heat Transfers

PENDAHULUAN

WHO telah menghapuskan status pandemi *Covid-19* hampir diseluruh dunia sehingga warga masyarakat berhak bebas melakukan aktivitas kegiatan. Meskipun sudah banyak negara yang mulai melonggarkan terkait protokol kesehatan akibat penghapusan status pandemi oleh WHO, setiap individu dan warga masyarakat masih harus waspada apabila terjadi mutasi dari virus ini dikemudian hari. Dengan penghapusan status pandemi tersebut, PPKM (Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat) yang diberlakukan di Indonesia juga dihapuskan. Pemerintah Indonesia menerapkan PPKM untuk mencegah penyebaran virus *Covid-19* antar manusia. Untuk mencegah percepatan penyebaran virus ini dan varian jenis mutasinya, pemerintah Indonesia juga sudah melaksanakan vaksinasi masal yang pertama hingga vaksin *booster*. Hingga saat ini, lebih dari 170 juta dosis vaksin *Covid-19* telah diberikan kepada warga Indonesia, mencapai sekitar 62,4% dari jumlah populasi.

Banyaknya jumlah warga masyarakat yang sudah mendapatkan vaksin pertama hingga *booster* ke-4 diharapkan penyebaran virus *covid-19* menjadi berkurang dan melambat. Sehingga aktivitas warga masyarakat yang dilakukan diluar rumah dapat dijalankan dengan normal kembali seperti sebelum masa pandemi. Saat ini sudah banyak kegiatan warga masyarakat yang dapat dilakukan diluar rumah namun masih tetap harus menerapkan protokol kesehatan seperti memakai masker dan mencuci tangan serta mengukur suhu tubuh. Sehingga apabila tidak ada keperluan mendesak yang harus dilakukan keluar rumah sebaiknya tetap berdiam diri di dalam rumah. Untuk itu di dalam rumah tinggal setidaknya juga menerapkan pola *cross circulation* yang baik. Hal ini diharapkan untuk meminimalisir pergerakan virus dalam ruang, karena virus *covid-19* akan hilang bila terdapat panas matahari ataupun adanya pergerakan udara yang lancar di dalam ruang. Sehingga peletakkan arah hadap bukaan rumah menjadi salah satu faktor utama untuk membuat *cross circulation* yang sesuai dengan melihat arah pergerakan angin dan matahari.

Setiap bangunan gedung yang berada di Indonesia selalu mengedepankan aspek kenyamanan termal secara pasif diantaranya yaitu penghawaan dan pencahayaan (Gunawan & Satwikasari, 2021). Sistem *subground passive cooling* pada bangunan yang terletak di wilayah beriklim tropis sangat cocok untuk diterapkan karena teknik ini dilakukan dengan cara mengalirkan udara dingin dalam tanah ke dalam bangunan (Mawantu & Kurniasih, 2021). Dalam sebuah bangunan gedung temperatur ruangan yang sejuk sangat berpengaruh terhadap kenyamanan *thermal* bagi penghuni di dalamnya (HH & Lapisa, 2019). Kenyamanan termal dalam ruangan juga didapatkan dengan pengaturan penghawaan dan pencahayaan secara pasif tanpa mengkonsumsi energi listrik atau aktif (HH & Lapisa, 2019). Dalam pencapaian nilai kenyamanan ruang terhadap unsur termal dalam bangunan tidak terlepas dari material bangunan, bentuk massa bangunan, pola ruang dalam (denah), pemilihan warna dan adanya bukaan pada bidang massa bangunan (Winarto, 2014). Menurut Kurniasih (2019) pendinginan secara *passive cooling* dapat tercapai apabila:

- a. Adanya bukaan pada bidang dinding untuk memberikan penghawaan pasif sebagai ventilasi udara pada ruang dalam
- b. Memperhatikan lokasi dan iklim setempat dimana bangunan tersebut akan dibangun
- c. Penggunaan material dan pemilihan warna yang cerah hingga adanya bukaan jendela sebagai strategi bangunan untuk mendapatkan pendinginan pasif di dalam ataupun luar ruang
- d. Penggunaan double skin berupa panel dinding yang dapat sebagai barrier panas matahari

Konsep *air movement* sebagai implementasi dari *passive cooling* untuk memberikan kenyamanan termal dengan mengandalkan pergerakan angin terhadap pergerakan orang dalam bangunan (Hasyim, 2020). Pendinginan ruang secara pasif mampu mengurangi beban konsumsi energi listrik pada bangunan dan berdampak bagus bagi lingkungan sekitar (Kamal, 2012).

Menurut Satwiko (2004) ada lima penyebab meningkatnya suhu udara di dalam ruangan, yaitu: (1) adanya aktivitas penghuni di dalam ruangan; (2) penggunaan barang elektronik yang menghasilkan panas; (3) panas udara luar yang masuk ke dalam ruangan; (4) panas udara luar yang merambat masuk dari selubung bangunan yang langsung terkena sinar matahari (5) radiasi sinar matahari yang langsung masuk ke dalam bangunan.

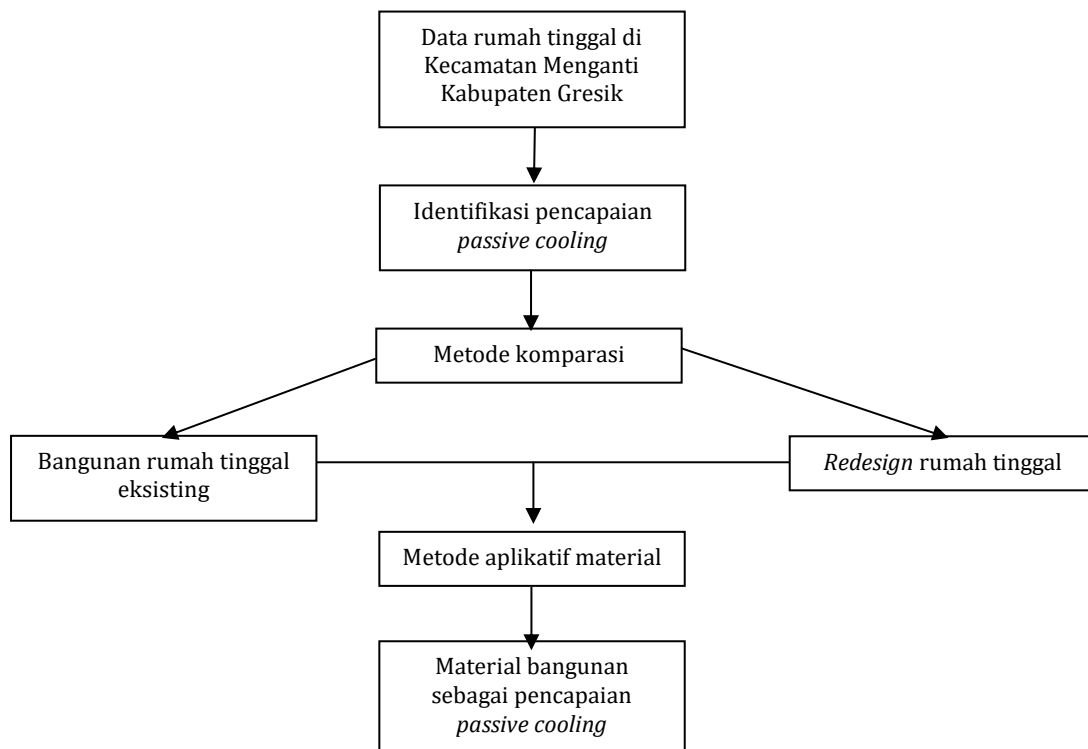
Dari eksisting yang telah di kaji bersama bahwa rumah tinggal yang berada di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik ini masih belum memiliki pola *cross circulation* yang baik dan benar. Sehingga perlu dilakukan *redesign* untuk mendapatkan kesesuaian dalam hal *cross circulation* pada beberapa ruang dan bagian tertentu. Efisiensi dan ketepatan dalam penerapan *cross circulation* pada rumah tinggal juga dipengaruhi oleh material yang dipilih dan digunakan. Material memegang peranan penting dalam membentuk suasana tingkat kenyamanan termal di dalam ruang. Hal ini dikarenakan material memiliki karakteristik yang berbeda dan terbuat dari bahan dasar yang berbeda-beda pula. Teknik kenyamanan termal secara pasif sangat dipengaruhi oleh orientasi bangunan, material yang digunakan dan elemen arsitektur bangunan lainnya (Gunawan & Satwikasari, 2021). Pemilihan material juga harus tepat untuk mencegah resiko virus *covid-19* sehingga dapat dilakukan pengidentifikasian material yang terpilih dalam kaitannya untuk mendapatkan konsep *passive cooling*. Ruang isolasi dalam bangunan harus didasarkan pada kadar jenis privasi untuk menentukan zonasi ruang sehingga tidak saling bercampur (Heristama & Anugerah, 2021).

Bata lempung dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk dinding bangunan baik secara struktural ataupun bangunan semi permanen yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi serta tidak banyak meninggalkan sisa blok (Noerwasito, 2001). Penggunaan kombinasi bahan bangunan mampu menyerap dan menyimpan energi panas sehingga beban pendinginan dalam ruangan dapat turun (Umar, 2020). Material kaca memiliki sifat transparansi dan tahan terhadap panas, sehingga banyak digunakan untuk elemen estetika pada bangunan yang langsung berkenaan dengan lingkungan luar (Lestari & Alhamdani, 2014). Pemilihan dan penggunaan material harus memperhatikan faktor kualitas dan ketahanan dari material tersebut (Handoko et al., 2015).

METODE

Kegiatan penelitian ini dilakukan di sebuah rumah tinggal yang berlokasi di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik, yang akan dijelaskan lebih lanjut pada sub-bab Data Obyek Studi: Rumah Tinggal di Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik. Bangunan yang memiliki fasad sisi Barat dan Selatan, menerima paparan matahari langsung di kedua fasad tersebut. Hal itu disinyalir menjadi sumber penyebab besarnya perolehan bahang, yang perlu untuk diberikan solusi redesain untuk proses renovasi yang akan datang. Penelitian menggunakan metode pengukuran dan pengumpulan data terkait data cuaca dan iklim menggunakan aplikasi *Accu Weather*. Hasil olah data tersebut digunakan lebih lanjut dalam metode komparasi *heat transfer* melalui material bangunan yang digunakan dalam bangunan rumah tinggal secara kuantitatif. Lebih lanjut, hasil analisa penilaian secara dianalisa lebih lanjut deskriptif kualitatif, dengan menggunakan bantuan gambar skematik.

Perhitungan yang dilakukan yakni *heat transfer* konduksi dan radiasi dari material pada area bidang yang terpapar sinar matahari langsung. Proses analisa hasil perhitungan *heat transfer* dengan membandingkan penggunaan material pada bangunan rumah tinggal sebelum dan sesudah dilakukan *redesign* untuk mencapai tingkat *passive cooling* melalui material bahan bangunan yang digunakan. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan *U-value* yang sesuai Metode untuk aplikatif material dengan memperhatikan penggunaan bahan material bangunan yang mampu mendinginkan bangunan atau ruang dengan material yang memiliki nilai *thermal mass* yang rendah. Sehingga material yang digunakan mampu memberikan kenyamanan *thermal* pada manusia.



Gambar 1. Skema alur penelitian

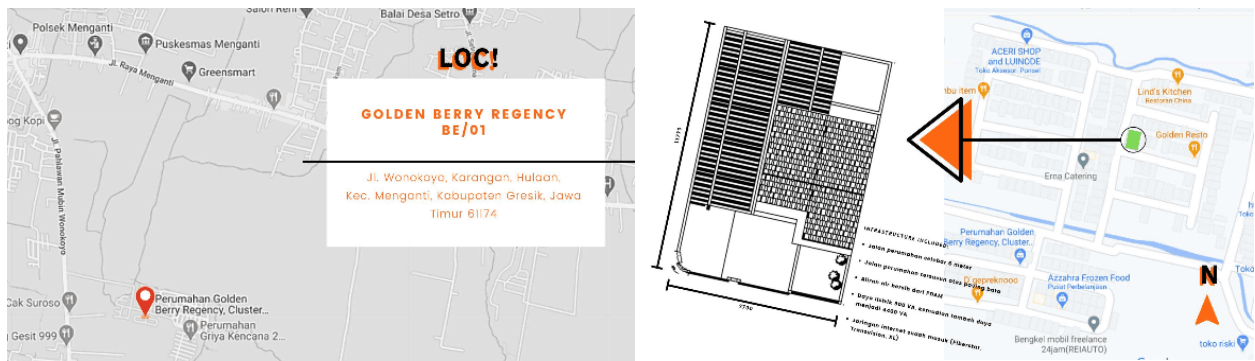
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Rumah Tinggal di Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik

Secara umum, Gresik adalah kabupaten di pesisir Provinsi Jawa Timur, yang masih memiliki iklim mikro dengan karakter tropis lembab. Hal itu membuat nya sedikit diuntungkan dari angin sejuk, yang dapat mengurangi ketidaknyamanan dari kelembaban udara yang tinggi yang berpadu dengan sinar matahari yang terik. Lebih lanjut, berikut data mengenai Tapak dan Bangunan, serta data iklim obyek studi.

a. Tapak & Bangunan

Satu unit rumah tinggal di Perumahan Golden Berry Regency, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, menjadi obyek studi kasus komparasi antara eksisting dengan *redesign*, dari segi *passive cooling* (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi obyek studi (rumah tinggal)
Sumber: Adiputri, 2020

Dari **Gambar 2**, menunjukkan bahwa lokasi tapak rumah tinggal berpengaruh pada jumlah muka bangunan dan orientasi bentuk bangunan. Bangunan memiliki 2 muka, yaitu muka sisi depan dan muka sisi samping. Orientasi bentuk bangunan berdasarkan lokasi tapak bangunan, yaitu: sisi lebar menghadap barat dan sisi sempit menghadap selatan. Untuk lebih jelas mengenai muka bangunan, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Foto obyek studi (rumah tinggal—sisi depan)
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2020

Gambar 3, muka bangunan sisi depan (sisi Selatan) terkesan lebih memiliki wajah jika dibandingkan dengan muka sisi samping (sisi Barat). Secara arsitektural, fasad merupakan muka/ wajah/ tampak dari bangunan yang nampak secara visual dari arah jalan (Sutomo & Dini, 2019). Fasad bangunan memiliki komponen berupa pagar, jendela, pintu masuk, cakupan lantai dasar, langit-langit, *singage* (penanda), dan dekorasi yang dapat dinilai berdasarkan geometri, simetri, irama, kontras, ukuran, dan rasio (Ching, 2008). Selain itu, beberapa ahli yang lain, Smardon & Palmer (1986) dan Rubenstein (1987) menekankan bahwa penilaian kualitas pada visual dilakukan melalui faktor-faktor pada desainnya, meliputi: (1) *figure-ground*; (2) *rhythm*; (3) *sequence*; (4) *repetition and continuity*; (5) *balance*; (6) *shape*; (7) *size*; (8) *texture*; (9) *proportion*; (10) *pattern*; (11) *scale*; (12) *color*; (13) *hierarchy*; (14) *dominance*; (15) *transparency*; (16) *motion*; (17) *similarity*; (18) *direction*; (19) *time*; and (20) *sensory quality*. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa fasad bangunan terdapat di kedua sisi bangunan yang menghadap ke arah jalan. Namun penilaian pada kedua sisi fasad tersebut, secara singkat diperoleh bahwa muka sisi samping/Barat tidak memiliki desain fasad dan terkesan seperti punggung bangunan yang menghadap ke arah jalan, sedangkan sisi depan/ Selatan sudah mulai mendapat sentuhan desain fasad dan menjadi fasad utama bangunan. Sehingga, secara arsitektural, perlu diberikan sentuhan desain fasad pada sisi bangunan sebelah Barat.

b. Iklim

Pengumpulan data terkait iklim dilakukan dengan memantau dan mendokumentasikan data yang disajikan oleh aplikasi *Accuweather* versi 2022. Berdasarkan data yang dikumpulkan menggunakan aplikasi tersebut, menunjukkan hembusan angin rata-rata ke arah barat dengan intensitas pelan. Adapun indikasi iklim lainnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Indikasi hasil ukur cuaca

	Angin	Kelembaban	Atmosfer	Suhu
	Km/jam	%	HPa	°C
Malam	6.1 - 10.2	82 - 87	1008 - 1009	26 - 28
Sore	7,6 - 13,5	67 - 81	1008 - 1010	28 - 32
Siang	15.25 - 20,5	44 - 60	1006 - 1008	32 - 35
Pagi	7,6 - 16,25	50 - 83	1009 - 1011	27 - 34

Sumber: *Accuweather*, 2022

Selain itu, data dari BMKG (2020) menunjukkan bahwa tiap tahun hujan mulai turun selama 3-4 bulan, yang dimulai pada akhir tahun.

B. Analisa Komparatif Respon Bangunan Esisting dan Hasil Re-desain dari Segi Material

Penilaian mengenai tingkat kenyamanan *thermal* pada ruang dalam rumah disebabkan oleh adanya proses penyaluran bahang (*heat transfer*): (1) konduksi; (2) radiasi; dan (3) konveksi sehingga mengalami perolehan/ beban bahang. Dari ketiga proses tersebut, adanya bukaan berkontribusi dalam perolehan bahang pada proses konveksi, sedangkan penggunaan material berkontribusi pada proses konduksi dan radiasi. Adapun perhitungan perolehan/ beban bahang (konduksi dan radiasi) yang diungkapkan oleh Szokolay (Szokolay, 2014), menggunakan rumus sebagai berikut:

Konduksi

$$Q_c = \sum (A \times U) \times dT \text{ (watt)}$$

U-value	= overall air to air thermal transmittance (W/m ²)
A	= cross sectional area
dT	= temperature difference

Radiasi

$$Q_s \text{ transparent} = G \times A \times \text{sgf}$$

$$Q_s \text{ opaque} = \sum (A \times U)(G \times \text{abs} \times R_{so})$$

G	= irradiance (W/m ²)
A	= cross sectional area (m ²)
Sgf	= solar gain factor
U-value	= overall air to air thermal transmittance (W/m ²)
Abs	= absorbtance
Rso	= resistance solar outdoor (m ² K/W) = 0.15

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka dibuatlah analisa deskriptif komparatif antara: (1) bangunan eksisting (sebelum *redesign*); dengan (2) bangunan usulan ide (pasca *redesign*). Suhu rata-rata tertinggi berdasarkan data BMKG (2020) pada Kec. Menganti berkisar di 30.5⁰ C, sedangkan suhu rata-rata dalam ruang eksisting berkisar 26⁰ C. Suhu dalam ruang yang masuk dalam kategori nyaman di iklim tropis lembab adalah 24⁰ C. Suhu nyaman iklim tropis lembab tersebut menjadi masukan untuk perbandingan pencapaian suhu akhir pasca *redesign*. Studi komparatif menitikberatkan penggunaan material pada kedua bangunan, divisualisasikan melalui 3D skematik.

Table 2. Komparasi bangunan eksisting (sebelum redesign) dan (2) bangunan usulan ide (pasca redesign).

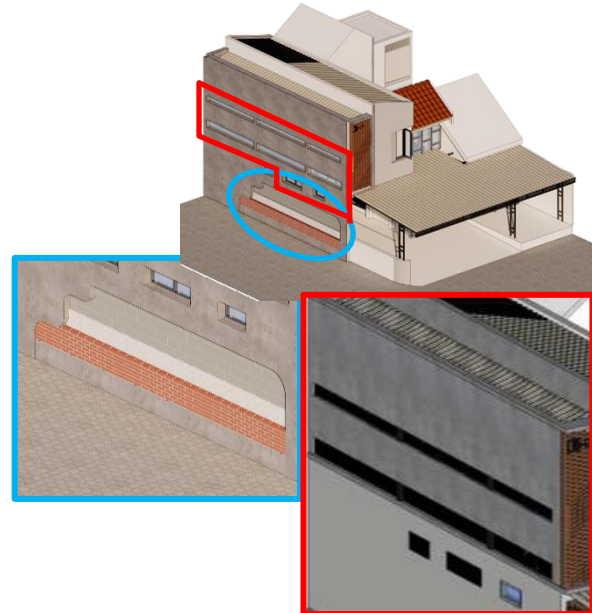
1. Proses Heat Transfer Konduksi

Proses konduksi terjadi secara metara pada material yang saling berhubungan dan memperoleh paparan panas (arah tegak lurus) dari lingkungan secara langsung. Makin luas sisi dari bidang material yang mengalami proses konduksi, makin tinggi perolehan bahang pada ruang yang ada di area sisi tersebut.

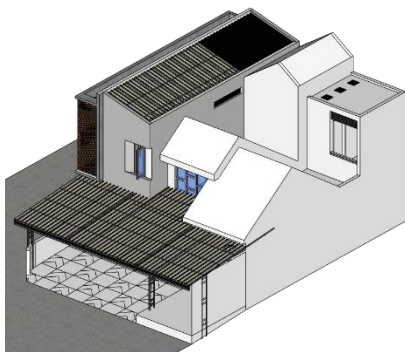
Sebelum Redesign	Pasca Redesign
a. Indikator: Material fasad (elemen dinding + elemen atap)	Indikator: Material fasad (elemen dinding + elemen atap)



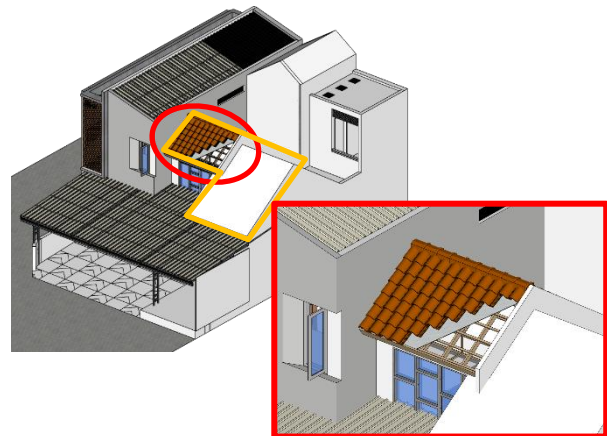
Gambar 4. 3D skematik bangunan eksisting (sebelum *redesign*)—sisi barat-selatan
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022



Gambar 5. 3D skematik bangunan usulan ide (pasca *redesign*)—konfigurasi pemasangan dinding dan kaca sisi barat-selatan
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022



Gambar 6. 3D skematik bangunan eksisting (sebelum *redesign*)—sisi timur-selatan
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022



Gambar 7. 3D skematik bangunan usulan ide (pasca *redesign*)—konfigurasi pemasangan atap (*pitched roof*) sisi timur-selatan
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022

Perhitungan:

MATERIAL	A	U	A x U	DT (30.5C-26C)	RESULT
Dinding	67,16	2,14	143,7		
Dinding	33,26	2,14	71,17		
Dinding	242,26	2,14	518,43		
Dinding	66,44	2,14	142,18		
SUM DINDING			875,50		
Bata	3,97	3,28	13,01		

Perhitungan:

MATERIAL	A	U	A x U	DT (30.5C-26C)	RESULT
Dinding	67,16	2,14	143,7		
Dinding	33,26	2,14	71,17		
Dinding (cavity)	242,26	1,5	363,39		
Dinding	66,44	2,14	142,18		
SUM DINDING			875,50		
Bata	3,97	3,28	13,01		

SUM BATA		13,01	4,5	58,56	SUM BATA		13,01	4,5	58,56
Kusen	3,16	5,88	18,56		Kusen	3,16	5,88	18,56	
Kusen	1,17	5,88	6,88		Kusen	1,17	5,88	6,88	
SUM KUSEN		25,46	4,5	114,50	SUM KUSEN		25,46	4,5	114,50
Kaca	6,92	6	41,53		Kaca	6,92	6	41,53	
Kaca	7,54	6	45,27		Kaca (double glazing)	7,54	1,6	12,07	
SUM KACA		86,79	4,5	390,58	SUM KACA		53,60	4,5	241,20
Pintu Kayu	3,71	3,2	11,88		Pintu Kayu	3,71	3,2	11,88	
SUM PANEL KAYU		11,88	4,5	53,45	SUM PANEL KAYU		11,88	4,5	53,45
General	68,95	3,00	206,84		General	68,95	3,00	206,84	
Treated	67,29	2,59	174,27		Treated (insulated eco-roof)	67,29	0,18	12,11	
SUM PITCHED ROOF		381,12	4,5	1715,02	SUM PITCHED ROOF		218,96	4,5	985,30
Flat	8,70	1,80	15,66		Flat	8,70	1,80	15,66	
SUM DECK ROOF		15,66	4,5	70,47	SUM DECK ROOF		15,66	4,5	70,47
SUM ALL				6342,31	SUM ALL				5495,23

2. *Proses Heat Transfer Radiasi*

Proses konduksi terjadi secara metara pada material yang saling berhubungan dan memperoleh paparan panas (arah tegak lurus) dari lingkungan secara langsung. Makin luas sisi dari bidang material yang mengalami proses konduksi, makin tinggi perolehan bahang pada ruang yang ada di area sisi tersebut.

Sebelum *Redesign*

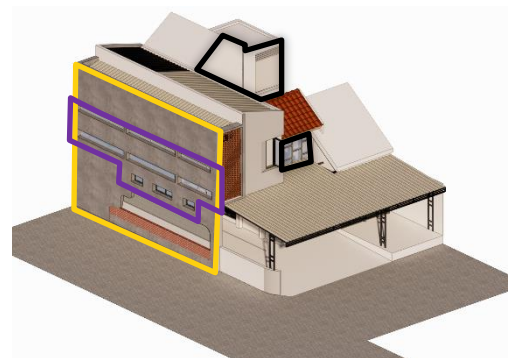
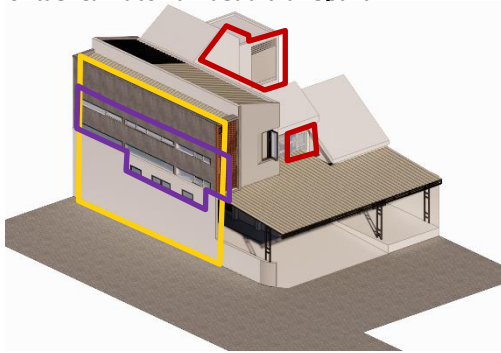
Pasca *Redesign*

Indikator:

Indikator:

Orientasi & Material fasad transparan

Orientasi & Material fasad transparan

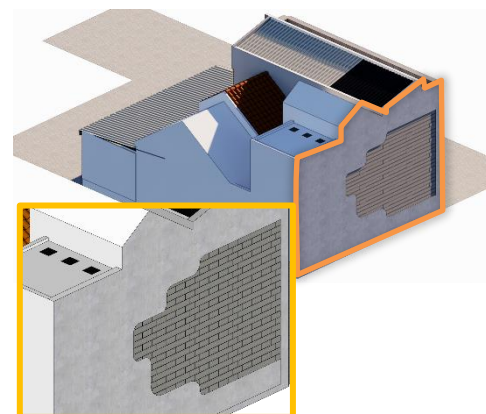
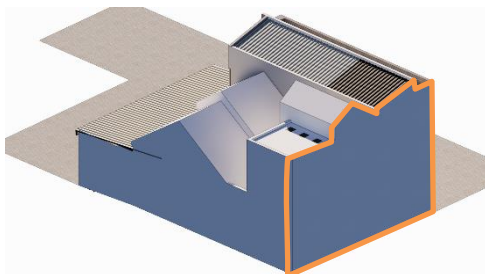


Gambar 8. 3D skematik bangunan eksisting (sebelum *redesign*)—sisi barat-selatan yang mengalami proses heat transfer radiasi: ((ungu) material transparan sisi barat; (kuning) material opaque sisi barat; dan (merah) material opaque & transparan sisi utara)

Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022

Gambar 9. 3D skematik bangunan eksisting (pasca *redesign*)—sisi barat-selatan yang mengalami proses heat transfer radiasi: ((ungu) material transparan sisi barat; (kuning) material opaque sisi barat; dan (merah) material opaque & transparan sisi utara)

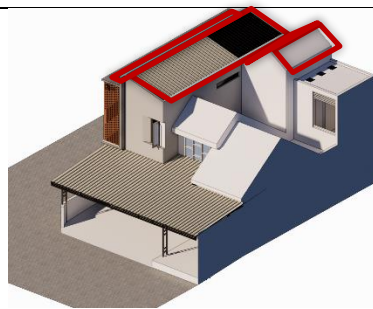
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022



Gambar 10. 3D skematik bangunan eksisting (sebelum *redesign*)—sisi barat-utara yang mengalami proses heat transfer radiasi akibat belum adanya bangunan tetangga belakang rumah

Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022

Gambar 11. 3D skematik bangunan eksisting



Gambar 12. 3D skematik bangunan eksisting (sebelum *redesign*)—sisi hadap atas (atap) yang mengalami proses heat transfer radiasi paling besar
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022

(pasca *redesign*)—sisi barat-utara yang mengalami proses *heat transfer* radiasi akibat belum adanya bangunan tetangga belakang rumah
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022



Gambar 13. 3D skematik bangunan eksisting (pasca *redesign*)—sisi hadap atas (atap) yang mengalami proses heat transfer radiasi paling besar
Sumber: Dokumentasi prbadi, 2022

Perhitungan:

Qs trans				
Orientasi	G	A	sgf	Hasil
BARAT	2028,00	7,54	0,40	6119,69
SELATAN	2092,00	3,10	0,40	2595,25
ATAP (VINYL)	2309,00	8,31	0,40	7679,27

Qs opaque								
Orientasi	G	Material	A	U	A x U	abs	Rso	Hasil
UTARA	2032	Dinding	67,16	2,14	143,72	0,6	0,15	26283,95
TIMUR	2109	Dinding	33,26	2,14	71,18	0,6	0,15	13509,99

SELATAN	2092	Dinding	233,82	2,14	500,37	0,6	0,15	94210,57	
		Kusen	1,15	5,88	6,76				
		Bata	3,97	3,28	13,02				
		Sigma		520,16	Hasil				97935,42
BARAT	2028	Dinding	233,82	2,14	500,37	0,6	0,15	91328,41	
		Kusen	1,15	5,88	6,76				
		Sigma		507,14	Hasil				92562,61

ATAS (ATAP)	G	Material	A	U	A x U	abs	Rso	Hasil
Utara (N)	1890	No Attic	13,81	3,00	41,43	0,6	0,15	7047,24
		With Attic	16,58	2,59	42,94			7304,47
		Sigma		84,37	Hasil			14351,71

Selatan (S)	1834	No Attic	6,20	3,00	18,60	0,6	0,15	3070,12
		With Attic	12,96	2,59	33,57			5540,47
		Sigma		52,17	Hasil			8610,59
Timur (E)	2309	With Attic	19,89	2,59	51,52	0,6	0,15	10705,35
		Sigma		51,52	Hasil			10705,35

Barat (W)	2263	With Attic	17,85	2,59	46,23	0,6	0,15	9415,97
		Sigma		46,23	Hasil			9415,97

Flat Deck	2263	With Attic	8,7	2,59	22,53	0,6	0,15	4589,30
		Sigma		22,53	Hasil			4589,30
								Hasil (Atap)
								47672,92

Perhitungan:

Qs trans				
Orientasi	G	A	sgf	Hasil
BARAT	2028,00	7,54	0,40	6119,69
SELATAN	2092,00	3,10	0,40	2595,25
ATAP (VINYL)	2309,00	8,31	0,40	7679,27

Qs opaque								
Orientasi	G	Material	A	U	A x U	abs	Rso	Hasil
UTARA	2032	Dinding	67,16	2,14	143,72	0,6	0,15	26283,95
TIMUR	2109	Dinding	33,26	2,14	71,18	0,6	0,15	13509,99
SELATAN	2092	Dinding	233,82	2,14	500,37	0,6	0,15	94210,57
		Kusen	1,15	5,88	6,76			1273,15
		Bata	3,97	3,28	13,02			2451,71
		Sigma		520,16	Hasil			97935,42
BARAT	2028	Dinding	233,82	1,5	500,37	0,6	0,15	91328,41
		Kusen	1,15	5,88	6,76			1234,20
		Sigma		507,14	Hasil			65249,44

ATAS (ATAP)	G	Material	A	U	A x U	abs	Rso	Hasil
Utara (N)	1890	No Attic	13,81	0,18	2,49	0,6	0,15	422,83
		With Attic	16,58	2,59	42,94			423,04
		Sigma		45,43	Sigma			845,87

Selatan (S)	1834	No Attic	6,20	0,18	1,12	0,6	0,15	184,21
		With Attic	12,96	2,59	33,57			320,88
		Sigma		34,68	Sigma			505,08

Timur (E)	2309	With Attic	19,89	2,59	51,52	0,6	0,15	10705,35
		Sigma		51,52	Sigma			10705,35

Barat (W)	2263	With Attic	17,85	2,59	46,23	0,6	0,15	9415,97
		Sigma		46,23	Sigma			9415,97

Flat Deck	2263	With Attic	8,7	2,59	22,53	0,6	0,15	4589,30
		Sigma		22,53	Sigma			4589,30
								Hasil (Atap)
								38162,60

3 Analisa:

Tingginya bahang (pada proses *conduction heat gain*) yang disumbangkan pada bangunan, disebabkan oleh faktor: (1) besarnya angka *UValue*; dan (2) besarnya luasan area. Material dengan luasan baasar dan *Uvalue* tinggi, terdapat pada konfigurasi area dinding (dinding + jendela) sisi barat-selatan dan

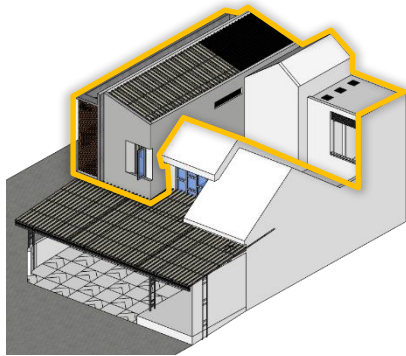
Analisa:

Konfigurasi area dinding terdiri dari material dinding dan material jendela (kusen dan kaca) pada sisi barat-selatan, yang telah eksisting dapat diberikan *treatment* untuk memperkecil angka *conduction heat gain* sebagai berikut:

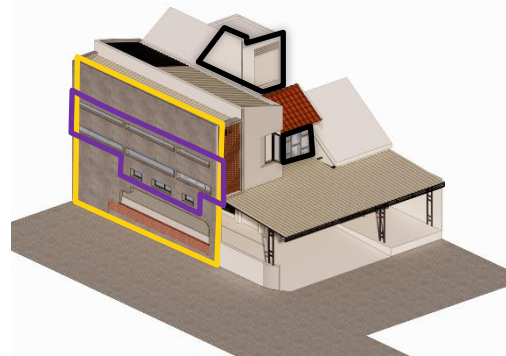
konfigurasi atap (*pitched roof*) sisi timur-selatan, sehingga memerlukan masukan ide lebih lanjut.

(1) **konfigurasi jendela:** mengganti material kaca jendela;
(2) **konfigurasi dinding:** memberi penebalan dinding dengan sistem *bulky cavity wall* dengan insulasi (*polystyrene beads*); dan
(3) **konfigurasi atap (*pitched roof*):** membongkar hingga usuk rangka atap kayu nya, dan memasangkan ulang lengkap dengan sistem insulasi atap (*insulated eco-roof*).
Pengaplikasian *treatment* difokuskan pada ara yang memiliki peran dalam menyumbangkan bahang terbesar sekaligus merupakan pembatas ruang yang memiliki intensitas kegiatan cukup tinggi bagi pemilik rumah, seperti ruang tamu.

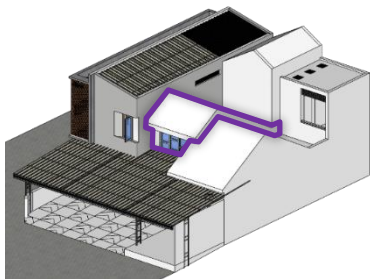
4 Hasil analisa



Gambar 14. 3D skematik bangunan eksisting yang memerlukan insulasi (sebelum *redesign*)—area bangunan bagian barat dan bangunan lantai 2 bagian utara



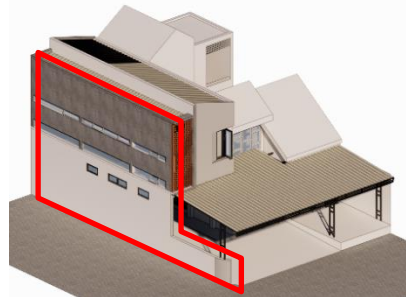
Gambar 15. 3D skematik bangunan eksisting yang dipasang insulasi (pasca *redesign*)—area dinding dan jendela barat yang memiliki luasan besar



Gambar 16. 3D skematik bangunan eksisting yang memerlukan insulasi (sebelum *redesign*)—area ruang tamu yang memiliki intensitas kegiatan tinggi



Gambar 17. 3D skematik bangunan eksisting yang dipasang insulasi (pasca *redesign*)—area atap ruang tamu yang menghadap utara-selatan



Gambar 18. 3D skematik bangunan eksisting yang memerlukan insulasi (sebelum *redesign*)— area dinding dan jendela barat yang memiliki luasan besar

Area yang memperoleh pengaplikasian penambahan material dan sistem penebalan dengan insulasi, lihat **Gambar 15**, dan **Gambar 17**.

Area yang memerlukan insulasi lihat **Gambar 14**, **Gambar16**, dan **Gambar 18**.

Pemasangan insulasi yang dilakukan dengan cara mengganti material ataupun menambahkan material pada sisi barat dan utara (lihat **Gambar 15**). Untuk sisi yang menghadap barat, diaplikasikan penambahan insulasi (*polysterene beads*) bersamaan dengan penebalan dinding dengan material dan sistem *bulky cavity wall*. Pada arah hadap selatan, karena area yang berpengaruh terletak di lantai 2, maka penebalan material dengan sistem *bulky cavity wall* tidak dilakukan. Hal ini juga mengingat belum adanya pengecekan kembali kemampuan struktur bangunan tersebut. Sedangkan dinding area utara sengaja tidak diberi sentuhan penambahan material karena akan tertutup oleh bangunan tetangga belakang rumah. Jika dilihat dari segi ruangan, ruang tamu merupakan area dengan intensitas kegiatan tinggi dan diberikan perlakuan dengan pengaplikasian *insulated roof* pada *pitched roof* yang tidak memiliki *attic*. Pengaplikasian *treatment* pada dinding, kaca dan atap seperti pada tabel di atas, telah mengurangi 13% *heat transfer* pada proses konduksi. Selain itu, aplikasi pada atap tersebut, bisa mengurangi 20% *heat transfer* pada proses radiasi yang diterima dan disalurkan atap. Penambahan material beserta sistem pemasangannya, ke depannya bisa diarahkan untuk pemilihan material *finishing*, misal cat. Kenyamanan thermal dalam bangunan tidak data dicapai hanya dengan satu system pendinginan pasif (Hassan et al., 2016). Penerapan *redesign* material, baik yang berperan pada proses konduksi dan radiasi telah menunjukkan bahwa untuk memperoleh hasil signifikan, perlu mengkolaborasikan lebih dari 1 karakter pereduksi bahang. Meski begitu, perlu memeriksa kembali kesesuaian kenyamanan termal di dalam bangunan setelah melakukan perubahan material tersebut, untuk memastikan apakah diperlukan sistem pendinginan pasif lainnya, termasuk proses konveksi.

KESIMPULAN

Penyaluran bahang pada bangunan terjadi melalui proses konduksi, konveksi, dan radiasi. Namun, faktor penggunaan material berkontribusi pada dua proses penyaluran bahang pada bangunan, yaitu proses konduksi dan radiasi. Kedua proses penyaluran bahang ini merupakan kontributor penyumbang bahang terbesar pada bangunan. Sehingga material lebih berpengaruh besar dalam kenyamanan *thermal* dibandingkan dengan laju pertukaran udara dalam proses konveksi. Hal ini dikarenakan faktor luas bukaan dan volume ruang sebagai penyumbang besarnya angka dalam proses penyaluran bahang melalui proses konveksi tersebut. Material selubung vertical dan horizontal pada bangunan, yaitu material dinding dan material jendela (kusen dan kaca) pada sisi barat-selatan, yang telah eksisting dapat diberikan *treatment* berupa menebalkan dinding dengan sistem *bulky cavity wall* dikombinasikan dengan insulasi (*polysterene beads*), mengganti material kaca jendela, dan menyusun ulang rangka atap kayu (reng hingga usuk) dan melengkapinya dengan sistem insulasi atap (*insulated eco-roof*). Ketiga *treatment* tersebut mampu memperkecil angka *conduction heat gain* pada bangunan, terutama pada ruang dengan intensitas kegiatan cukup tinggi bagi pemilik rumah, seperti ruang tamu. Baik dalam proses konduksi maupun radiasi, material dengan nilai *koefisien* penghantar bahang (*U-value*) kecil dan sempitnya luas bidangnya yang terpapar bahang, mampu meminimalisir proses *heat transfer*. Makin kecil hasil perhitungan *heat transfer*, mampu meningkatkan kenyamanan *thermal* dalam bangunan. Menelisik kembali pada rumus perhitungan *heat transfer* (konduksi dan radiasi), proses *re-design* yang menampilkan

gambar 2D maupun 3D bangunan, membantu untuk memvisualisasikan kebutuhan pekerjaan renovasi serta sistem pengerjaan fisik ke depannya. Hal ini tentunya baru dapat diputuskan dengan mempelajari kelebihan dan kekurangan pada objek bangunan *re-design*, baik sebelum maupun setelah *re-design*. Jika diteruskan lebih lanjut, di samping menampilkan hasil *re-design*, proses ini dapat memproyeksikan kebutuhan volume material pada pengerjaan renovasi yang akan direalisasikan. Hal yang disadari adalah, usulan ide *re-design* bisa melibatkan pengerjaan *finishing*, yang minim beban struktur (hingga mendekati nol), seperti cat yang memiliki daya insulasi ataupun memiliki nilai *U-value* rendah.

DAFTAR REFERENSI

- Ching, F. D. K. (2008). *Arsitektur: Bentuk, Ruang, dan Tatahan* (L. Simarmata (ed.); ke-3). Penerbit Erlangga.
- Gunawan, W., & Satwikasari, A. F. (2021). Konsep Arsitektur Surya Pasif pada Bangunan Masjid Raja Haji Fisabilillah di Malaysia. *Jurnal Linears*, 4(1), 43–49.
- Handoko, E. B., Maurina, A., Prastyatama, B., Gustin, R., Sudira, B., & Priscila, J. (2015). Peningkatan Durabilitas Bambu Sebagai Komponen Konstruksi Melalui Desain Bangunan dan Preservasi Material. *Research Report-Engineering Science*, 2.
- Hassan, A. M., Lee, H., & Oh, S. (2016). Challenges of Passive Cooling Techniques In Buildings: A Critical Review For Identifying the Resilient Technique. *Jurnal Teknologi*, 78(6).
- Heristama, P., & Anugerah, R. (2021). Isolation Treatment Room As a Form of Separation Room for COVID-19 Patients In Surabaya Haji General Hospital. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA)*, 49–61.
- HH, T. K., & Lapisia, R. (2019). Analisis Pengaruh Karakteristik Thermal Material Atap Terhadap Kenyamanan Ruang. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 1(3), 670–677.
- Kamal, M. A. (2012). An Overview of Passive Cooling Techniques In Buildings: Design Concepts And Architectural Interventions. *Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture*, 55(1), 84–97.
- Kurniasih, S. (2019). Passive Cooling Sebagai Pengudaran Alami pada Rumah Tinggal. *Arsitron*, 9(01), 10–16.
- Lestari, L., & Alhamdani, M. R. (2014). Penerapan Material Kaca dalam Arsitektur. *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*, 1(2), 30–42.
- Mawantu, I. M. S. S. Y., & Kurniasih, S. (2021). Sistem Subground Passive Cooling pada Gereja di Cibunut, Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 5(2), 177–182.
- Noerwasito, V. T. (2001). Bata Lempung Bahan Bangunan Dinding Alternatif. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 29(2).
- Rubenstein, H. M. (1987). *A Guide to Site and Environmental Planning*. John Wiley & Sons Inc.
- Satwiko, P. (2004). Solar-Wind Generated Roof Ventilation System (SiVATAS) for a Warm-Humid Climate. *International Journal of Ventilation*, 3(3), 209–218.
- Smardon, R. C., & Palmer, J. F. (1986). *Foundations for Visual Project Analysis* (J. P. Felleman (ed.)). John Wiley and Sons.
- Sutomo, E., & Dini, S. F. (2019). Penilaian Estetika Fasad Bangunan Modern Berdasarkan Persepsi Masyarakat di Kota Bogor Dengan Metode Clustering K-Means. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 18(2 (Desember)), 184–196. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35760/dk>
- Szokolay, S. V. (2014). *Introduction to Architectural Science: The Basis Of Sustainable Design*. Routledge.
- Umar, H. (2020). Penggunaan material berubah fasa sebagai penyimpan energi termal pada bangunan gedung. *Jurnal Polimesin*, 18(2), 105–115.
- Winarto, S. (2014). Selubung Bangunan dan Lingkungan Luar (Passive Cooling). *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 4(4).