

---

## KAJIAN PRINSIP ARSITEKTUR EKOLOGI PADA RUMAH TINGGAL DI DAERAH PANORAMA BANDUNG

---

**Pawitra Sari**

Departemen Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Pelita Bangsa  
[pawitra.sari@pelitabangsa.ac.id](mailto:pawitra.sari@pelitabangsa.ac.id)

**Desta Promesetiyo Bomo**

Magister Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Kristen Indonesia  
[desta.pb@gmail.com](mailto:desta.pb@gmail.com)

**ABSTRAK**

Arsitektur ekologis merupakan solusi desain dalam perencanaan arsitektur yang mengedepankan orientasi ekologis dan interaksi makhluk hidup dengan lingkungan sekitar terhadap desain dengan keramahan lingkungan. Aspek yang dikaji adalah konstruksi dan bahan bangunan serta lingkungan dan energi. Dalam penelitian ini menggunakan metode studi pustaka tentang prinsip dasar aspek arsitektur ekologi dan kajian lingkungan bangunan sehingga mendapatkan analisis yang dapat dijadikan acuan. Penelitian ini berlokasi pada rumah tinggal di daerah Panorama Bandung, Jawa Barat. Fungsi penelitian ini adalah untuk mengevaluasi prinsip-prinsip arsitektur ekologis pada rumah hunian di kawasan Panorama Bandung dan melengkapi literatur meskipun masih ada kekurangan di sisi lain. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan kajian pustaka, wawancara, serta observasi lapangan. Hasil penelitian ini, analisis rumah berdasarkan rumah sehat yang perlu diperbaiki adalah aspek desain yaitu kondisi fisik rumah, aspek teknologi yaitu material bangunan, dan aspek fungsi yaitu struktur bangunan. Standar rumah sehat WHO, rumah yang perlu diperbaiki adalah material dan lingkungan rumah berdasarkan standar dan peraturan. Perbaikan ini terkandung dalam eko-arsitektur yaitu teknik bangunan dan dimensi waktu.

**KATA KUNCI:** arsitektur ekologi, lingkungan, material bangunan, rumah

---

*Ecological architecture is a design solution in architectural planning that prioritizes ecological orientation and interaction of living things with the surrounding environment towards design with environmental friendliness. The aspects studied are construction and building materials and environment and energy. In this study uses the method of literature study on the basic principle of ecological architecture aspects and the study of environmentally buildings so as to get an analysis that can be used as a reference. This study is located on residential house in the Panorama area of Bandung, West Java. The function of this study is to evaluate the principles of ecological architecture on residential house in the Panorama area of Bandung and complete the literature although there are still shortcomings on the other hand. The study using qualitative methods by approach to literature review, interviews, as well as field observation. The results of this study, house analysis based on healthy house that need to be improved is the design aspect that is the physical condition of the house, the technology aspect that is the building materials, and the function aspect that is the building structures. Standard healthy houses of WHO, the house that needs to be improved is the materials and environment of the house based on standards and regulations. These improvements are contained in eco-architecture are building techniques and dimensions of time.*

**KEYWORDS:** building material, ecological architecture, environment, house

---

**PENDAHULUAN****Teori Prinsip dan Konsep Arsitektur Ekologi**

Prinsip-prinsip arsitektur ekologi digunakan sebagai solusi dalam memecahkan permasalahan melalui perencanaan berbasis kelestarian alam sekitar. Pada dasarnya arsitektur ekologi merupakan arsitektur kemanusiaan yang menekankan keselarasan antara manusia dan alam sekitar (Firly, Setyaningsih, & Suparno, 2019). Konsep arsitektur ekologi merupakan perpaduan antara ilmu lingkungan dengan ilmu arsitektur yang berorientasi pada perencanaan

pembangunan dengan memperhatikan keseimbangan lingkungan alam dengan lingkungan buatan. Pada konsep ini menggunakan pendekatan desain arsitektur yang menggabungkan alam dengan teknologi, menggunakan alam sebagai basis desain, perbaikan lingkungan sehingga dapat diterapkan untuk menghasilkan bangunan atau lansekap dengan penerapan teknologi dalam perancangannya.

Teori ekologi arsitektur menitikberatkan pada prinsip pembangunan dan kesehatan manusia serta lingkungan dan pengelolaan ke dalam empat unsur, yaitu bumi, air, api, dan udara, dengan

mempertahankan integritas hubungan ekologis lingkungan (Frick, 1998). Teori-teori desain ekologi perlu dicermati dengan memahami kenyataan bahwa arsitektur nusantara merupakan arsitektur yang hidup dalam kebersamaan dengan lingkungan alam dan lingkungan sosialnya, serta dilandasi oleh prinsip ke Tuhanan; bukan arsitektur yang bersifat individual (Pangarsa, 2006). Tujuan utama dari arsitektur ekologi adalah menciptakan *eco-design*, arsitektur ramah lingkungan (Nazaruddin & Annisa, 2020). Istilah ramah lingkungan dalam arsitektur juga banyak digunakan pada arsitektur lingkungan, berwawasan lingkungan, dan sebagainya.

*Green Building Council Indonesia* (GBCI, 2014) juga turut mendukung rumah ramah lingkungan (*green homes*). Rumah ramah lingkungan merupakan rumah yang bijak dalam menggunakan lahan, efisien dan efektif dalam penggunaan energi maupun dalam menggunakan air, memperhatikan konservasi material sumber daya alam serta sehat dan aman bagi penghuni rumah (GBCI, 2014). Suatu bangunan mempunyai keselarasan terhadap lingkungan dapat diperoleh melalui penyesuaian desain bangunan terhadap lingkungannya serta pengolahan lansekap yang sinergis terhadap bentang alam di sekitarnya (Hardinoto, 1996). Rusaknya lingkungan hidup pun menyebabkan risiko bencana alam, di tandai dengan penurunan kualitas udara, air, tanah, punahnya flora dan fauna liar dan rusaknya ekosistem (Nazaruddin & Annisa, 2020).

Eko-arsitektur mengandung arti yang sangat luas (Frick, 1998), sehingga secara menyeluruh penerapan arsitektur ekologi masih belum banyak ditemukan. Eko-arsitektur mengandung juga dimensi waktu, alam, sosio-kultural, ruang dan teknik bangunan. Peran arsitek merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem lingkungan akibat penyebaran penduduk yang tidak merata sehingga terjadi kepadatan di kota (Kustianingrum, Salahudin, Yusuf & Mulyana, 2012). Pada akhirnya memberikan peluang pada pembangunan yang dapat merusak ekosistem lingkungan yang berdampak pada isu pemanasan global (Kustianingrum, Salahudin, Yusuf & Mulyana, 2012). Arsitektur ekologi adalah keselarasan antara bangunan dengan alam sekitarnya, biasa disebut arsitektur yang berwawasan lingkungan (Muslim, Ashadi, & Anggana, 2018).

### Teori Bangunan Sehat

Menurut Krieger and Higgins (2002), perumahan yang sehat adalah suatu perumahan yang tidak terlepas dari ketersediaan sarana dan prasarana seperti ketersediaan air bersih, sanitasi, pembuangan sampah, transportasi serta ketersediaan pelayanan sosial. Menurut WHO mengenai kesehatan dan lingkungan (2001), rumah adalah suatu struktur fisik

atau bangunan tempat berlindung, dimana lingkungan mempunyai fungsi untuk kesehatan jasmani, rohani serta sosialnya baik demi kesehatan keluarga maupun individu. Keterkaitan dengan kesehatan juga dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010, menyebutkan bahwa bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria, yang salah satunya adalah memperhatikan aspek kesehatan bagi penghuni bangunan.

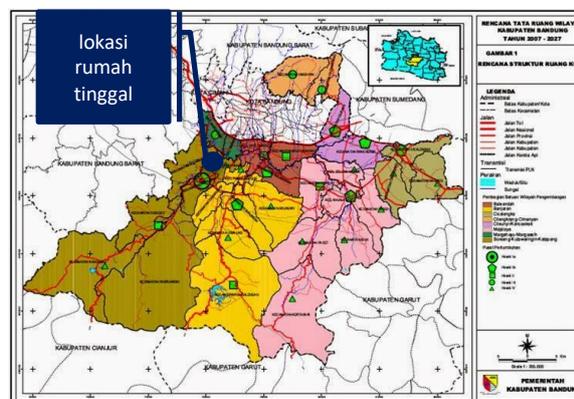
Kriteria bangunan sehat dan ekologi adalah (1) Terciptanya kawasan hijau di antara kawasan bangunan, dimana tujuan dari diciptakannya kawasan hijau adalah sebagai upaya mencegah pemanasan global; (2) Mempunyai tapak bangunan yang sesuai dengan perencanaan yang berkarakter ekologi, dalam hal ini harus mempunyai kesinambungan antara lingkungan dan bangunan; (3) Penggunaan bahan bangunan buatan lokal; (4) Pemanfaatan cahaya serta penghawaan alami berkaitan dengan sirkulasi kualitas udara dalam ruangan; (5) Penggunaan energi terbarukan, yaitu energi yang dapat dihasilkan sendiri; (6) Pemilihan lapisan permukaan dinding serta langit-langit ruang yang mampu mengalirkan uap air; dan (7) Memiliki sistem pengelolaan sampah (Widigdo, Wanda, & Canadarma, 2013).

Studi ini bertujuan untuk mengkaji serta mengevaluasi bangunan khususnya rumah tinggal dengan pendekatan prinsip arsitektur ekologi. Hal ini juga memberikan pengaruh pada lokasi tapak yang perlu dijaga kelestariannya untuk keberlanjutan di masa yang akan datang. Fungsi penelitian ini turut melengkapi literatur yang menekankan pada lingkungan meskipun ada kekurangan di sisi lain.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Studi

Lokasi studi dilakukan di daerah Panorama, Bandung, Jawa Barat dan merupakan bangunan berfungsi sebagai rumah tinggal (Gambar 1).



**Gambar 1.** Lokasi Rumah Tinggal Studi  
(Sumber: Dinas Tata Ruang Kabupaten Bandung, 2022)

### Jenis dan Sumber Data

Pengumpulan data dan observasi dilakukan dengan pendekatan deskriptif yang memfokuskan pada penyelidikan historis dokumenter (catatan peristiwa) dan teknik survei sebagai sumber data. Pada tahap ini dilakukan *cross-check* antara literatur dengan kondisi di lokasi studi. Data yang dikumpulkan berupa kondisi rumah tinggal dan lingkungan, prinsip dasar ekologi dan arsitektural serta berdasarkan rumah sehat. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi secara langsung dari narasumber. Teknik yang digunakan untuk menggali informasi dari pendapat para ahli atau dengan metode *expert judgement* yang merujuk keahlian dalam bidang arsitektur ekologi.

### Metode Analisis Data

Metode analisis data memfokuskan pada bangunan rumah tinggal di lokasi studi melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan literatur. Observasi dilakukan untuk menghasilkan informasi mengenai arsitektur ekologi di lingkungan pemukiman. Informasi berasal dari wawancara dengan melakukan survei lapang secara langsung untuk melihat kesesuaian informasi yang diperoleh dengan fakta yang ada. Apabila ditemukan ketidaksesuaian, maka informasi ditanyakan ulang. Bila tidak ditemukan kesepakatan, maka informasi yang diperoleh tidak digunakan. Wawancara dilakukan kepada narasumber, yaitu tokoh masyarakat setempat di Bandung. Metode lainnya adalah dokumentasi guna mendukung kelengkapan data lainnya berdasarkan fakta-fakta.

Kajian literatur berasal dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian seperti tesis, situs internet, dan sumber lainnya yang dapat dijadikan sebagai kebutuhan penelitian. Berdasarkan literatur, menurut Ching (2007), unsur atau elemen pembentuk bangunan adalah bagian-bagian yang memiliki keterkaitan satu dengan lainnya sehingga membentuk suatu kesatuan tatanan yang bersifat konseptual. Menurut Frick (1998), unsur utama arsitektur selalu dikaitkan terhadap aspek fungsi, estetika serta struktur. Apabila ditinjau dari prinsip desain ekologi, maka dapat dibagi menjadi beberapa aspek, yaitu (1) Aspek struktur dan konstruksi; (2) Aspek bahan bangunan; (3) Aspek ruang; dan (4) Aspek lingkungan dan iklim.

Aspek struktur dan konstruksi meliputi keseluruhan struktur fungsional (terdiri dari kebutuhan ruang, ruang sirkulasi, kenyamanan, penyiangan dan penyegaran udara), struktur lingkungan (terdiri dari ekologi, tempat serta waktu), struktur bangunan (terdiri dari sistem konstruksi dan teknik konstruksi) serta struktur bentuk (terdiri dari ruang dan estetika). Aspek bahan bangunan, yaitu penggunaan material bangunan yang tepat serta efisien untuk menghasilkan bangunan berkualitas dan

bersahabat dengan lingkungan sekitarnya. Aspek ruang (tata ruang dan fungsi), pengelompokan jenis ruang dan pengelompokan fungsi ruang. Aspek lingkungan dan iklim yang terdiri dari pencahayaan dan warna; sinar matahari dan orientasi bangunan; dan angin serta pengudaraan ruangan.

Seluruh data yang telah teranalisis adalah secara deskriptif yang kemudian dilakukan pengembangan dan selanjutnya dilakukan rekomendasi. Rekomendasi bertujuan untuk memberi konsep perencanaan arsitektur ekologi dari bangunan rumah tinggal yang tidak terpenuhi dan sangat tidak terpenuhi agar dilakukan perbaikan. Analisis tersebut merupakan pendekatan yang bertujuan untuk menjembatani antara perencana kota, arsitek, dan profesi lain sebidang atau terkait, serta tokoh masyarakat demi mewujudkan rumah sehat yang mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan serta Undang-undang mengenai Perumahan dan Permukiman dan rumah sehat berstandar WHO serta sesuai prinsip arsitektur ekologi.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Kondisi *Existing* Rumah Tinggal di Daerah Panorama, Bandung

Kondisi rumah tergolong bangunan tua yang sudah dilakukan renovasi beberapa kali dan terakhir merupakan renovasi teras (Gambar 2). Rumah berada di permukiman padat penduduk dengan aksesibilitas jalan-jalan sempit yang hanya cukup 1 mobil. Lingkungan rumah tinggal terdapat sedikit halaman kosong sehingga mempengaruhi suhu, kelembaban udara, sirkulasi, dan cahaya matahari.



**Gambar 2.** Kondisi Rumah Tinggal  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022)

### Analisis Rumah Tinggal berdasarkan Rumah Sehat

Rumah adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya menurut Undang-undang Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Permukiman. Aspek rumah berdasarkan rumah sehat

adalah desain, teknologi, dan fungsi (Tabel 1). Desain meliputi: (1) kondisi fisik rumah; (2) sirkulasi udara; (3) pencahayaan alami; dan (4) kelembaban udara. Teknologi, meliputi: (1) material bangunan; (2) saluran pembuangan limbah; (3) penyediaan air bersih; dan (4) pembuangan sampah. Fungsi, meliputi: (1) kebutuhan ruang; (2) sesuai peruntukan lahan; (3) parkir sisi jalan; dan (4) struktur bangunan.

**Tabel 1.** Analisis Rumah Tinggal berdasarkan Rumah Sehat mengacu Undang-undang

Aspek	Parameter	T	TT	STT
				PP
Desain	Kondisi Fisik Rumah			✓
	Sirkulasi Udara	✓		
	Pencahayaan Alami	✓		
	Kelembaban Udara	✓		
Teknologi	Material Bangunan			✓
	Saluran Pembuangan Limbah	✓		
	Penyediaan Air Bersih		✓	
	Pembuangan Sampah		✓	
Fungsi	Kebutuhan Ruang	✓		
	Sesuai Peruntukan Lahan	✓		
	Parkir Sisi Jalan		✓	
	Struktur Bangunan			✓

\*T = Terpenuhi; TT = Tidak Terpenuhi; STT = Sangat Tidak Terpenuhi; PP = Perlu Perbaikan

Desain melibatkan dimensi fisik dan juga dimensi bukan fisik (secara psikis). Dimensi fisik dalam desain rumah terlihat dari visual, sedangkan aspek bukan fisik melibatkan seluruh indera, khususnya indera penglihatan, indera peraba, dan indera pendengaran. Panca indera berfungsi baik akan memudahkan tubuh untuk memberikan respons yang sesuai dengan keinginan atau insting (naluri). Manusia dalam menjalankan aktivitas sehari-hari membutuhkan rangsangan dari lingkungannya. Konsep arsitektur berwawasan lingkungan mengadaptasi dari konsep kolaboratif terhadap alam dengan memperhatikan aspek tambahan dalam bangunan untuk merespons lingkungan itu sendiri (Mahalalita & Krisdianto, 2017). Desain yang tepat dan sesuai dengan manusia dapat membantu dalam menanggapi atau merespons, sehingga hal tersebut saling berkaitan dan memberikan timbal balik.

Tubuh manusia membutuhkan alat-alat yang dapat membantu merespons rangsangan yang berasal dari luar. Pengelompokan fungsi ruang secara psikis sangat membantu dalam studi ini. Rasa bangunan berbaur dengan pengamatnya serta para penghuni. Keterlibatan indera peraba yaitu kulit sebagai tempat keluarnya air keringat. Keringat yang berlebihan memberikan bukti bahwa sirkulasi udara dalam rumah tidak atau kurang tepat. Dalam studi ini sirkulasi udara yaitu pintu, jendela, dan ventilasi berasal dari

pekarangan sekitar rumah, jalan bagian depan dan samping (Gambar 3). Udara tersebut kemudian masuk dan menyebar di kamar-kamar dan keluar melalui pintu dan jendela lainnya secara langsung. Hanya ada satu kamar (tengah) bukaan yang tidak secara langsung masuk keluar udara. Tidak perlu perbaikan dalam parameter sirkulasi udara.



**Gambar 3.** Denah Rumah Tinggal (Sumber: Analisis Penulis, 2022)

Arah hadap rumah ke barat sehingga pencahayaan alami ada ketika sore hari. Pada pagi hari memanfaatkan dari cahaya matahari efektif dengan pengendalian (*control*), seperti rumah yang mengoptimalkan penggunaan kaca (ruang tamu, ruang keluarga, dan ruang makan) dan genteng transparan (kaca dan plastik). Jalan masuknya cahaya alamiah dengan genteng kaca berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999. Ada lima strategi dalam merancang untuk pencahayaan matahari efektif (Egan & Olgyay, 1983) adalah naungan (*shade*), pengalihan (*redirect*), pengendalian (*control*), efisiensi, dan intefrasi. Efisiensi pencahayaan alami ditinjau dari tapak bangunan dengan ada pepohonan rindang untuk meminimalkan penggunaan energi.

Hemat energi dalam pencahayaan alami terpenuhi. Rumah yang ramah lingkungan dapat dikatakan rumah sehat karena memiliki pencahayaan alami dalam ruang yang baik sehingga menyehatkan bagi penghuni rumah. Dalam studi ini, terlihat bahwa rumah memiliki bukaan yang besar dan terdapat ventilasi sehingga cahaya matahari sebagai sumber energi dapat masuk ke dalam rumah. Penyediaan sumber energi seperti penggunaan lampu pada siang hari untuk mengurangi pemborosan energi dan biaya. Tidak cukupnya ventilasi akan menyebabkan kelembaban udara di dalam ruangan naik karena terjadi proses penguapan cairan dari kulit dan

penyerapan menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999.

Lingkungan sekitar rumah adalah pekarangan. Manfaat pekarangan atau dikenal dengan halaman rumah sebaiknya ditanami tanaman yang bermanfaat, seperti sayur-sayuran, tanaman untuk obat-obatan (apotik hidup), pohon rindang sebagai peneduh, dan lain-lain (Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Permukiman). Pada bagian depan rumah atau pekarangan rumah banyak tanaman (pohon perindang) yang mempunyai kerapatan tinggi sehingga kelembaban udara juga tinggi. Pada bagian belakang rumah atau pekarangan rumah berfungsi sebagai tempat jemuran, tidak banyak tanaman sehingga mempengaruhi kelembaban udara rendah.

Kelembaban udara berkisar 50-70% sesuai dengan dilakukannya studi. Standar rumah sehat yang diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999 menyatakan bahwa standar kelembaban udara memiliki kadar yang disyaratkan adalah 40-50%. Kelembaban tinggi juga mempengaruhi penguapan. Keringat yang keluar dari kulit berlebihan merupakan hasil penguapan (pengap) yang ada di sekitar tubuh. Tidak perlu perbaikan dalam parameter kelembaban udara. Salah satu prinsip bangunan ekologis adalah penyesuaian terhadap lingkungan alam setempat (Frick, 1998). Konsep mikro seperti peletakan bukaan-bukaan untuk merespons kondisi lingkungan sekitar (Putro, Ashadi, & Hakim, 2018).

Dalam studi ini, rumah berusia 56 tahun atau berdiri sekitar tahun 1965/1966 telah dilakukan renovasi secara bertahap (*partial*) beberapa kali. Perbaikan tersebut antara lain dengan membuat tinggi *ceilling* (*plafond*) dari 3m menjadi 4m dan pengurangan ventilasi di atas jendela yang dapat menimbulkan debu. Tinggi langit-langit dari lantai minimal 2,4m bisa berbahan papan, anyaman bambu, tripleks, atau *gypsum* (Ditjen Cipta Karya, 1997). Langit-langit ini sudah memenuhi standar dalam kriteria rumah sehat. Eko-arsitektur bersifat kompleks, mengandung bagian-bagian arsitektur biologis (kemanusiaan dan kesehatan), serta biologi pembangunan (Frick, 1998).

Penggunaan kaca pada jendela sudah optimal dalam parameter sirkulasi udara, pencahayaan alami, dan kelembaban udara. Pemilihan kaca mati lebih fungsional karena dinilai lebih efisien dan praktis. Secara visual, kaca mati pada rumah terlalu banyak kisi-kisi dan mengakibatkan debu dengan cepat dan mudah bersarang pada kisi-kisi jendela tersebut. Berdasarkan temuan di lapang, debu banyak ditemukan sehingga perawatan harus dilakukan secara berkala atau mengganti jenis/ragam jendela yang sesuai *habit* pemilik rumah. Sistem bangunan

yang dimiliki memungkinkan agar rumah bebas kotoran, debu, asap serta kontaminan lainnya (bersih) (Ditjen Cipta Karya, 1997).

Dinding termasuk lapisannya cat ditemukan lumut yang tampak pada dinding luar rumah bagian bawah. Konstruksi dinding dan lantai tidak kedap air dan lembap. Kelembaban merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri patogen (bakteri-bakteri penyebab penyakit) (Ditjen Cipta Karya, 1997). Penggunaan material yang bebas emisi dan tahan untuk mencegah kelembaban yang menghasilkan spora dan mikroba lainnya (GBCI, 2014). Faktor usia pada rumah tinggal seperti penggunaan bahan dan material bangunan masih belum bervariasi spesifikasinya untuk ditemukan saat itu dan pada saat dilakukan renovasi *partial*. Kondisi fisik rumah sudah tidak layak huni sehingga perlu dilakukan perbaikan yang ditinjau dari aspek desain.

Saluran pembuangan limbah dalam rumah tinggal terpenuhi dipengaruhi oleh luasan rumah tinggal. Rumah tinggal memiliki pekarangan di samping, di depan, dan di belakang yang saling terbagi merata. Pembuangan limbah dapur berada di sebelah rumah, pembuangan limbah kamar mandi di belakang rumah, dan sampah di depan rumah. Sementara pembuangan air hujan dialirkan ke depan masuk ke saluran lingkungan rumah. Seluruh limbah rumah tidak mencemari saluran air bersih (pipa) dan tidak mencemari tanah karena dapat menghambat tanaman di pekarangan rumah, dan tidak menimbulkan bau karena sudah dipilah dan tertutup rapat. Bentuk pertanggungjawaban pada pengelolaan sampah yang baik adalah dampak yang baik pula bagi permukimannya (Lutfi & Nugrahaini, 2019).

Peletakan kamar mandi berada di belakang dari bangunan utama tempat tinggal. Letak ini sudah memenuhi standar dalam kriteria rumah sehat, karena terpisah dari bangunan induk. Kamar mandi mempunyai lubang angin (*rooster* dinding) dan penerangan (lampu) yang cukup. Sinar matahari dapat masuk langsung ke kamar mandi dan peredaran udara dapat terjadi dengan baik sehingga mengurangi polusi dalam ruang (*indoor air pollution*). Kualitas udara dalam ruangan juga harus didukung dengan menggunakan sistem ventilasi yang efektif dan bahan-bahan pengontrol kelembaban yang memungkinkan bangunan untuk bernapas (GBCI, 2014). *Green building* (2014) harus menggunakan material dan produk-produk *non-toxic* yang akan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan.

Tidak ada kontaminasi dengan sumur air bersih karena pemilik rumah tidak mempunyai sumur air bersih. Penghuni rumah tinggal mengandalkan sumber air bersih dari PDAM, akan tetapi PDAM selama ini hanya hidup pada pukul 12.00 – 14.00 WIB.

Rumah tinggal tidak menggunakan sumur sebagai sumber air bersih, sementara tetangga sekitar rumah tinggal sudah menggunakan PDAM dan sumur. Dalam studi ini, pemilik rumah tinggal menggunakan air selama 2 jam yang kemudian ditampung di tandon/toren dan penampungan lainnya seperti bak mandi, ember, dan lainnya. Jika sudah kehabisan air, maka pemilik rumah tinggal akan meminta air bersih ke tetangga yang tidak jauh dari rumah dengan dirigen. Penyediaan air kurang terpenuhi dikarenakan sumber air hanya mengandalkan dari PDAM.

Pembuangan sampah yang dilakukan di rumah tinggal memiliki proses dan tidak dilakukan dengan cara dibakar. Pemilik rumah telah membagi sampah organik dan sampah anorganik. Tidak perlu desain yang komprehensif dalam persampahan karena pemilik rumah tinggal turut andil dalam memerankan giat pemilahan jenis sampah. Kawasan di daerah Panorama Bandung ini tidak menyediakan tempat atau fasilitas pemilahan jenis sampah sehingga dalam parameter pembuangan sampah tidak terpenuhi. Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 8 tahun 2010, menyebutkan bahwa bangunan dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah lingkungan apabila memenuhi kriteria, yang salah satunya adalah terdapat fasilitas pemilahan sampah.

Menurut Heinz Frick (1998) prinsip bangunan ekologis salah satunya adalah mengizinkan hasil sambilan (potongan, sampah, dan sebagainya) saja yang dapat digunakan atau yang merupakan bahan mentah untuk produksi bahan lain. Penghuni rumah telah melakukan proses pengolahan sampah tersebut. Sampah organik diolah menjadi pupuk untuk pohon-pohon di pekarangan. Dalam studi ini, ditemukan bahwa keberadaan pekarangan sangat membantu dengan cara pengolahan sampah organik pada skala rumah tangga. Tidak terpenuhinya sistem pembuangan sampah karena tidak semua sampah organik bisa terurai ke dalam tanah dan diperlukan pengolahan lagi. Sampah anorganik dibuang dalam wadah menjadi satu.

Setiap penghuni rumah di daerah Panorama Bandung mengumpulkan sampah ke dalam kantong plastik yang kemudian sampah rumah tangga tersebut dibuang pada Tempat Pembuangan Sampah (TPS) yang berada di ujung Jalan Kapten Abdul Hamid, Bandung. Adapun dampak dari TPS, jika masyarakat sebagai subyek penghasil sampah tidak berusaha untuk mengurangi sampah yang dihasilkan maka TPS terpadu yang tersedia tidak akan bisa menampungnya (Warsito, Tarno, Suparti, Sugito, & Sumiyati, 2018). Sampah yang telah ditampung di TPS sementara selanjutnya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) menggunakan truk sampah yang sudah ada/tersedia dari Pemerintah Bandung. Bank sampah dapat menjadi salah satu solusi untuk menangani

permasalahan timbunan sampah (Yayasan Unilever Indonesia, 2013).

Rumah sehat diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/MENKES/SK/VII/1999 bahwa standar bangunan rumah adalah tidak ada penggunaan asbes dan berbau timah hitam. Dalam studi ini, rumah tidak ditemukan dengan bahan tersebut. Aspek teknologi dalam parameter material sangat tidak terpenuhi dan harus dilakukan perbaikan. Material tersebut antara lain kayu, bata, dan cat. Kayu dipakai pada rangka atap genteng, kuda-kuda, kanopi untuk jemuran sudah lapuk. Bata sebagai dinding mengalami retak rambut sehingga tampak mengalami patah dan coak. Cat dinding terdapat lumut pada dinding luar rumah sedangkan lainnya di dalam rumah mengalami pudar hingga mengubah warna. Hal ini juga mengurangi nilai estetika dari rumah tinggal secara fisik.

Menurut Aristoteles (dalam Surasetja, 2007), ruang sebagai tempat (*topos*), adalah suatu dimana atau sesuatu *place of belonging*, yang menjadi lokasi tepat dimana setiap elemen fisik cenderung berada. Ruang (*space*) selalu melingkupi manusia, dimensi, bentuk visual ruang dan skalanya semua tergantung dari persepsi manusia terhadap batas-batas ruang yang ditentukan oleh unsur-unsur pembentuknya (Ching, 2000). Dalam tata ruang berhubungan erat dengan kebutuhan ruang. Tata ruang pada hakikatnya merupakan lingkungan fisik dimana terdapat hubungan organisatoris antara berbagai macam obyek dan manusia yang terpisah dalam ruang tertentu (Rapoport, 1980). Arsitektur lingkungan dengan pendekatan arsitektur perilaku, menjadikan sosok arsitektur yang unik dan didukung penggunaan elemen arsitektur yang sesuai (Mahalalita & Krisdianto, 2017).



**Gambar 4.** Ruang Tamu, Ruang Keluarga, dan Ruang Makan menjadi satu ruang (Sumber: Analisis Penulis, 2022)

Kebutuhan ruang yang ada dalam rumah tinggal terdiri dari 3 (tiga) kamar tidur, 1 (satu) kamar atau ruang untuk setrika, terdapat ruang tamu, ruang keluarga sendiri, dapur, dan 1 (satu) kamar mandi. Penyediaan macam ruang tersebut sudah memenuhi dasar-dasar rumah sehat. Ruang-ruang diatur sesuai dengan fungsinya, misalnya ruang memiliki hubungan erat diletakkan berdekatan agar pencapaiannya lebih mudah dan kegiatan dapat berjalan lancar (Ditjen Cipta Karya, 1997). Dalam dasar-dasar rumah sehat juga dijelaskan jika ruangan terbatas, suatu ruangan dapat dimanfaatkan untuk beberapa fungsi. Adapun pada studi rumah tinggal ini ruang tamu, ruang keluarga, dan ruang makan menjadi satu ruang yang cukup luas (Gambar 4). Kebutuhan ruang tersebut sudah terpenuhi sehingga tidak diperlukan perbaikan.

Sesuai peruntukan lahan rumah tinggal secara makro peruntukannya berada di lingkungan pemukiman bukan kawasan industri atau pabrik, sekolah, dan lainnya. Hal ini mempengaruhi dari kualitas lahan sendiri dalam aspek fungsi dan interaksi manusia dengan lansekap untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, seperti keberadaan pekarangan depan rumah. Keberadaan pekarangan yang ditumbuhi oleh pepohonan rindang membuat kenyamanan dalam sirkulasi udara, pencahayaan alami, dan kelembaban udara. Rumah tinggal sudah terpenuhi dan tidak perlu dilakukan perbaikan. Perencanaan dalam pengaturan sirkulasi udara yang optimal untuk mengurangi penggunaan AC dengan cara mengoptimalkan cahaya matahari sebagai penerangan di siang hari (GBCI, 2014).

Dalam studi ini, parkir sisi jalan masih tidak terpenuhi sehingga diperlukan perbaikan. Parkir dalam rumah tinggal masih berada di pekarangan sehingga perlu dibuatkan tempat parkir khusus baik untuk mobil dan motor dengan kanopi. Parkir yang tidak tepat adalah parkir yang terletak di jalan karena mengambil hak dari pengguna jalannya. Parkir yang tepat lebih baik atau tepat sekaligus dibuatkan garasi di samping teras meskipun harus memakan biaya cukup besar. Rancangan yang tidak bisa dihindari, seperti pembuatan lahan parkir, jalan, pedestrian dan lain-lain diusahakan untuk menambahkan fungsi ekologis yang mengimbangi fungsi ekologis semula (Firly, Setyaningsih, & Suparno, 2019). Pada prinsip terakhir yang ditekankan, yaitu mempertahankan integritas hubungan ekologis lingkungan (Firly, Setyaningsih, & Suparno, 2019).

Struktur bangunan pada rumah tinggal sangat tidak memenuhi sehingga harus ada perbaikan. Struktur rumah tinggal yang harus diperbaiki adalah dinding, *plafond*, dan rangka kayu pada atap. Dinding rumah mengalami rembesan, retak, acian yang rusak, dan cat dinding yang memudar. *Plafond* rumah meskipun sudah dilakukan perbaikan ketinggian dari

lantai ke langit-langit akan tetapi mengalami rembesan yang bersumber dari atap genteng dan rangka kayu karena faktor usia dan ketahanannya dari material bangunan. Menurut WHO mengenai Kesehatan dan Lingkungan (2001) bahwa rumah adalah struktur fisik atau bangunan untuk tempat berlindung, dimana lingkungan berguna untuk kesehatan jasmani dan rohani serta keadaan sosial baik untuk kesehatan keluarga dan lingkungan.

### Analisis Rumah Tinggal berdasarkan Rumah Sehat Standar WHO

Parameter rumah berdasarkan rumah sehat standar WHO adalah penghuni yang tidak terlalu padat, suhu ruangan minimal 18°C, suhu rumah tidak panas dan pengap, rumah aman dari bahaya fisik, mendukung aktivitas sehari-hari bagi penyandang cacat, tersedia air minum yang berkualitas dan sesuai standar, rumah mempunyai kualitas udara yang baik, rumah bebas asap rokok, rumah tidak terletak di kawasan yang bising, serta material dan lingkungan rumah sesuai standar dan peraturan yang ada (Tabel 2).

**Tabel 2.** Analisis Rumah Tinggal berdasarkan Rumah Sehat Standar WHO

Parameter	T	TT	STT	PP
Penghuni rumah tidak terlalu banyak (padat)			✓	
Suhu ruangan minimal 18°C	✓			
Suhu rumah tidak panas dan pengap	✓			
Rumah aman dari bahaya fisik	✓			
Mendukung aktivitas sehari-hari penyandang cacat			✓	
Tersedia air minum yang berkualitas dan sesuai standar	✓			
Rumah mempunyai kualitas udara yang baik	✓			
Rumah bebas asap rokok	✓			
Rumah tidak terletak di kawasan yang bising	✓			
Material dan lingkungan rumah sesuai standar dan peraturan				✓

\*T = Terpenuhi; TT = Tidak Terpenuhi; STT = Sangat Tidak Terpenuhi; PP = Perlu Perbaikan

Penghuni rumah ini terdiri dari 8 orang. Ada 2 (dua) kamar tidur dihuni oleh 3 orang dan ada 1 (satu) kamar tidur dihuni oleh 2 orang. Masing-masing kamar tidur tersebut memiliki ukuran 6m<sup>2</sup>. Penghuni dalam rumah ini dapat dikategorikan padat atau terlalu banyak. Berdasarkan standar WHO memiliki standar rumah layak dengan luas 10m<sup>2</sup> per orang atau dengan total 40m<sup>2</sup>. Di Indonesia, aturan batas luas terkecil rumah hanya mengakomodir 9m<sup>2</sup> untuk 1 orang atau 36m<sup>2</sup> dengan perhitungan ada 4 orang di dalam

rumah. Artinya, rumah ini tidak terpenuhi standar WHO.

Suhu dalam rumah ini rata-rata berkisar 25°C. Ruang kamar memiliki suhu antara 24°C sampai 26°C, sedangkan ruang keluarga memiliki suhu 23°C sampai 25°C. Suhu paling panas di dapur tidak lebih dari 27°C ketika dapur dalam kondisi tidak terpakai untuk memasak. Dapur memiliki jendela dan ventilasi sebagai sarana pembuangan panas, bau masakan, asap, dan lainnya. Rumah ini memiliki suhu ruangan minimal 18°C yang telah terpenuhi sesuai dengan standar WHO. Suhu rumah tidak panas dan tidak pengap telah terpenuhi. Rumah ini juga didukung oleh pekarangan di depan rumah dan belakang rumah sebagai sirkulasi udara.

Rumah aman dari bahaya fisik telah terpenuhi menurut WHO mengenai Kesehatan dan Lingkungan (2001) adalah: (1) Harus dapat terlindungi dari hujan, panas, dingin dan berfungsi sebagai tempat istirahat; (2) Mempunyai tempat-tempat untuk tidur, masak, mandi, mencuci, kakus dan kamar mandi; (3) Dapat melindungi penghuninya dari bahaya kebisingan dan bebas dari pencemaran; (4) Bebas dari bahan bangunan yang berbahaya; (5) Terbuat dari bahan bangunan yang kokoh dan dapat melindungi penghuninya dari gempa, keruntuhan dan penyakit menular, serta; (5) Memberi rasa aman dan lingkungan tetangga yang serasi.

Penyandang disabilitas adalah orang yang memiliki keterbatasan fisik, mental, intelektual atau sensorik dalam jangka waktu lama yang dalam berinteraksi dengan lingkungan dan sikap masyarakatnya dapat menemui hambatan yang menyulitkan untuk berpartisipasi penuh dan efektif berdasarkan kesamaan hak (Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2011 Tentang Pengesahan Hak-hak Penyandang Disabilitas). Dalam studi ini, ditemukan bahwa untuk mendukung aktivitas sehari-hari penyandang cacat tidak terpenuhi karena penghuni rumah tidak ada sebagai penyandang disabilitas sehingga tidak dibuatkan fasilitas tersebut.

Air minum yang tersedia dalam rumah ini dengan membeli dari galon. Air minum tersebut adalah pilihan yang tepat dan efektif. Ketepatan dalam kebersihan dan tidak memerlukan penanganan khusus karena bisa langsung dikonsumsi (minum). Keefektifan karena praktis, artinya tidak diperlukan memasak air dan penjernihan air jika bersumber dari air sumur bersih yang ditampung ke dalam toren/tandan. Sumber air bersih yang menjadi sumber air minum bagi masyarakat di lingkungan permukiman harus tersedia, jika sumber air di sekitar lingkungan permukiman tidak memenuhi syarat untuk diminum, harus dilakukan penjernihan air terlebih dahulu (Ditjen Cipta Karya, 1997).

Rumah bebas asap rokok terpenuhi karena penghuni rumah tidak ada sama sekali yang merokok. Upaya efektif untuk melindungi penghuni rumah dan juga lingkungan rumah dari asap rokok orang lain melalui penerapan memungkinkan masyarakat untuk dapat menikmati udara bersih dan sehat. Sumber pencemaran udara dalam ruangan menurut penelitian The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) salah satunya (Aditama, 1992) adalah pencemaran akibat kegiatan penghuni dalam gedung seperti asap rokok. Dalam menjaga tanah, selain udara, puntung rokok tidak mengontaminasi oleh sampah yang merusak kesuburan tanah (Nazarudin & Anisa, 2020).

Udara, merupakan salah satu yang sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan hidup, karena memiliki hubungan erat dengan pernapasan yang di dalamnya terkandung oksigen dan dibutuhkan makhluk hidup (Frick, 1998). Ventilasi memiliki pengaruh besar terhadap kualitas udara di dalam rumah. Ventilasi alamiah yang permanen setidaknya 10% dari luas lantai agar sirkulasi udara hingga pencahayaan dapat menyebar ke seluruh area rumah dengan baik. Keberadaan banyak pepohonan adalah pembersihan udara secara alami sehingga menghasilkan oksigen oleh ilustrasi Frick (1998).

Keterlibatan indera pendengaran yaitu telinga, turut andil dalam merasakan rasa tempat (*sense of place*) bagi pengamat serta para penghuni. Rumah ini tidak terletak di kawasan yang bising terpenuhi. Rumah memiliki letak tidak di jalan utama yang erat dengan kendaraan berlalu-lalang. Akses jalan rumah juga hanya cukup untuk kendaraan yaitu satu mobil dan satu motor (apabila dipaksa dalam satu jalan). Kendaraan tersebut adalah kendaraan pribadi milik rumah atau penghuni pemukiman. Sesuai peruntukan lahan rumah tinggal secara makro tepat peruntukannya berada di lingkungan pemukiman. Konsep makro pada desain eko-arsitektur dalam kawasan seperti penataan massa bangunan (Putro, Ashadi, & Hakim, 2018).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996, kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Untuk mencegah terjadinya gangguan-gangguan yang tak diinginkan, maka dibuatlah batasan nilai kebisingan yang diperbolehkan terpapar ke lingkungan. Tingkat kebisingan yang dimaksud dalam keputusan ini berupa ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan desibel, atau biasa disingkat dB. Batasan kebisingan yang ditentukan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 48 tahun 1996 yang didasari oleh peruntukan kawasan atau lingkungan terkait.

Berkaitan dengan rumah tinggal ini memiliki kebisingan yang tidak mencapai lebih dari 55dB.

Material dan lingkungan rumah sesuai standar dan peraturan yang ada sangat tidak terpenuhi. Material bangunan adalah salah satu cermin pada arsitektur ekologi. Material bangunan sendiri menjadi parameter penting dalam aspek teknologi. Material bangunan juga menjadi satu-kesatuan dalam aspek desain (bentuk) dan fungsi (struktur). Bentuk bangunan akan mengikuti fungsi bangunan dengan pemilihan penggunaan material bangunan yang tepat. Ketepatan penerapannya baik untuk struktural dan arsitektural dapat bermanfaat untuk penghuni, ketetangaan, bagi kesehatan, secara lingkungan, kekuatan, dan visual/estetika hingga hemat energi. Material bangunan harus sebaiknya tidak terbuat dari bahan yang dapat melepaskan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan penghuni.

Seiring perkembangan industri, teknologi terus mengalami peningkatan berkolaborasi dengan multidisiplin ilmu. Ilmu atau teknik lingkungan menjadi hal yang berkaitan seiring dengan kemajuan material bangunan untuk mengurangi *global warming* seperti dorongan GBCI. Material bangunan juga mempengaruhi kualitas udara. Kualitas udara di dalam ruang rumah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain, bahan bangunan (misal; asbes), struktur bangunan (misal; ventilasi), bahan pelapis untuk *furniture* serta interior (pada pelarut organiknya), kepadatan hunian, kualitas udara luar rumah (*ambient air quality*), radiasi dari Radon (Rd), *formaldehid*, debu, dan kelembaban yang berlebihan (Permen Kesehatan RI/1077/MENKES/PER/V/2011).

Material bangunan untuk mengusung konsep rumah sehat menjadi perhatian utama. Bertolak dari prinsip arsitektur ekologi oleh Frick (1998), adalah memanfaatkan sumber daya alam sekitar kawasan perencanaan untuk sistem bangunan, baik yang berkaitan dengan material bangunan maupun untuk utilitas bangunan (sumber energi, penyediaan air). Faktor usia rumah menyebabkan rumah menjadi tempat tumbuh kembangnya mikroorganisme patogen. Kelembaban rumah karena penggunaan material semen dan bata yang sudah berlumut. Hal ini mengakibatkan dinding pada cat menjadi berubah warna menjadi kecokelatan. Dinding ini terletak di kamar mandi dan tempat mencuci yang tidak kedap air dan sulit untuk dibersihkan.

Pola tata ruang rumah ada satu ruang tidur dengan dinding tidak memiliki ventilasi yang baik untuk mengatur sirkulasi udara. Pembagian ruangan dalam rumah juga melebihi kapasitasnya. Luas kamar tidur 8m<sup>2</sup> dan dianjurkan tidak untuk lebih dari 2 orang (Ditjen Cipta Karya, 1997). Sementara dalam studi ini, rumah tinggal dihuni 8 orang dengan masing-masing kamar tidur 2 orang sampai 3 orang dengan luas kamar

tidak mencapai 8m<sup>2</sup>. Ruang dapur tidak mempunyai saluran pembuangan asap khusus (*cooker hood*). Asap tersebut keluar melalui jendela belakang. Dalam studi ini, bukaan (jendela dan ventilasi) sangat membantu sirkulasi udara di dalam ruang karena terhubung dan berjumlah banyak yang letaknya di depan, belakang, dan sisi pada dinding.

## KESIMPULAN

Perbaikan pada rumah tinggal ditekankan pada parameter sangat tidak terpenuhi. Parameter ini adalah teknik bangunan dan dimensi waktu. Teknik bangunan mencakup pada kondisi fisik rumah (aspek desain), material bangunan (aspek teknologi), dan struktur bangunan (aspek fungsi) yang memiliki keterkaitan. Dimensi waktu merujuk pada faktor usia rumah tinggal yang menjadi penentu utama dalam ketidaksesuaian rumah sehat yang mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan mengenai Rumah Sehat serta Undang-undang mengenai Perumahan dan Permukiman dan rumah sehat berstandar WHO. Perbaikan secara komprehensif memakan biaya cukup besar (yang terjadi pada awal) sehingga desain yang tepat nantinya bisa menghemat energi (yang terjadi pada pemakaiannya). Rekomendasi ini juga harus menyesuaikan dengan *habit* pemilik rumah dan menjadi pertimbangan agar seluruh parameter dapat tercapai demi terwujudnya rumah sehat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T. Y. (1992). *Polusi Udara dan Kesehatan*. Jakarta: Arcan.
- Ching, F. D. (2000). *Arsitektur Bentuk, Ruang, dan Tatanan*. Jakarta: Erlangga.
- Ching, F. D. (2007). *Architecture: Form, Space, and Order*. Jakarta: Erlangga.
- Ditjen Cipta Karya. (1997). *Dasar-dasar Rumah Sehat dalam Panduan Pembangunan Perumahan dan Pemukiman Perdesaan*.
- Egan, D. M., Olgay, V. W. (1983). *Architectural Lighting: Second Edition*. New York, USA: Mc. Graw Hill Publication Company.
- Firly, K., Setyaningsih, W., & Suparno. (2019). Penerapan Ekologi Arsitektur pada Pengembangan Kawasan Desa Wisata Dukuh Kajongan Kota Tegal. *Jurnal Senthong* Vol.2, 21-30.
- Frick, H. (1998). *Dasar-dasar Eko-Arsitektur*. Yogyakarta: Kanisius.
- GBCI. (2014). *GreenShip Rating Tools untuk Rumah Tinggal* versi 1.0.
- Hardinoto. (1996). *Perencanaan Pengembangan Destinasi Pariwisata*. Jakarta: UI Press.

- Krieger, J., Higgins, D. L. (2002). Housing and health: Time again for public health action. *American Journal of Public Health* Vol.92, 758-768.
- Kustianingrum, D., Salahudin, F., Yusuf, A., & Mulyana, A. (2012). *Kajian Tatahan Massa dan Bentuk Bangunan Terhadap Konsep Ekologi Griyo Tawang Solo*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Lutfi, F. S., Nugrahaini, F. T. (2019). Liability Eksistensi Sampah Untuk Komparasi Lingkungan. *Sinektika* Vol.16(1), 52-61.
- Mahalalita, R., Krisdianto, J., (2017). Sistem Arsitektur Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol.6(2), 2337-3520.
- Muslim, A. A., Ashadi, & Fitri, A. S. (2018). Konsep Arsitektur Ekologi pada Penataan Kawasan Wisata Candi Cangkuang di Garut, Jawa Barat. *Jurnal Arsitektur Purwarupa* Vol.2, 57-70.
- Nazarudin, R., Anisa. (2020). Kajian Konsep Arsitektur Ekologi Pada Kawasan Resort Studi Kasus: Pulau Ayer resort and Cottages. *Journal Of Architecutre and Urbanism Research* Vol.3(2), 129-139.
- Pangarsa, G. W. (2006). *Merah Putih Arsitektur Nusantara*. Malang: Andi.
- Putro, S. A., Ashadi, & Hakim, L. (2018). Penerapan Konsep Arsitektur Ekologi pada Perancangan Kawasan Wisata Air Danau Sunter di Jakarta. *Jurnal Arsitektur Purwarupa* Vol.2, 19-24.
- Rapoport, A. (1980). *Cross-Cultural Aspects of Environmental Design*. In I. Altman, A. Rapoport, & J. F. Wohlwill (Eds.), *Environment and Culture* (pp. 7-46). New York: Springer.
- Surasetja, R. I. (2007). *Fungsi, Ruang, Bentuk dan Ekspresi dalam Arsitektur*. Bahan Ajar: TA 110-Pengantar Arsitektur. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan-FPTK-UPI.
- Warsito, B., Tarno, Suparti, Sugito, & Sumiyati, S. (2018). Pengelolaan Data Persampahan pada Bank Sampah Sempulur Asri Gedawang. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* Vol.9, 262-271.
- Widigdo, Wanda, Canadarma, I.K. (2013). *Pendekatan Ekologi pada Rancangan Arsitektur, sebagai upaya mengurangi Pemanasan Global*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Yayasan Unilever Indonesia. (2013). *Buku Panduan Sistem Bank Sampah & 10 Kisah Sukses*.