

## **STUDI EKOLOGI MATERIAL PEMBENTUK RUANG TERBUKA PADA RUMAH TINGGAL**

**I Made Jayadi Waisnawa**  
*Institut Seni Indonesia Denpasar*  
*dekwi\_vijay@yahoo.com*

### **ABSTRACT**

*Traditional Hindu societies in particular, have thought and applied concepts related to the harmony of relations between humans and nature. In each application, these concepts always consider nature and all its contents for the balance of ecological harmony. This concept has basically been applied by traditional Hindu societies in Bali however, the understanding of the ecology in Hinduism is now being ignored. Especially in the area of Bali, this condition is found mostly in residential areas that are densely populated, one of which is the residential environment of Bumi Dalung Permai. Anticipating and getting around the limitations of land the government has issued regulations related to the Building Basic Coefficient and Green Open Space . This study aims to determine the community's understanding of the importance of open space and ecology in relation to material applications. This study uses qualitative methods with descriptive explanations. Primary data is obtained through the distribution of questionnaires in several houses that have been adjusted to the research criteria. Data collection uses purposive sample method, with several criteria such as the breadth of space, existence of open space and located in the residential area of Bumi Dalung Permai. Based on the data obtained, open space in the residential area is dominated by the application of pavement material (cement, paving, natural stone and ceramics. Open space in the living room has several functions such as garage, drying area, cleaning area and garden.*

*Keywords: material, open space, ecology*

### **ABSTRAK**

Masyarakat tradisional Hindu khususnya, telah memikirkan dan mengaplikasikan konsep yang terkait dengan keselarasan hubungan antara manusia dengan alam. Dalam setiap aplikasinya, konsep-konsep tersebut selalu mempertimbangkan alam dan segala isinya demi keselarasan ekologi. Konsep ini pada dasarnya telah diaplikasikan oleh masyarakat tradisional Hindu di Bali namun, pemahaman ekologi yang ada pada ajaran agama Hindu tersebut kini mulai terabaikan. Khusus di daerah Bali, kondisi tersebut banyak ditemukan pada lingkungan perumahan yang padat penduduk salah satunya adalah lingkungan perumahan Bumi Dalung Permai. Mengantisipasi dan menyiasati keterbatasan lahan pemerintah telah mengeluarkan peraturan terkait Koefisien Dasar Bangunan(KDB) dan Ruang Terbuka Hijau(RTH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman masyarakat terkait pentingnya ruang terbuka dan ekologi dalam hubungannya dengan aplikasi material. Penelitian ini menggunakan metoda kualitatif dengan penjelasan secara deskriptif. Data primer didapatkan melalui penyebaran kuesioner di beberapa rumah tinggal yang sudah disesuaikan dengan kriteria penelitian. Pengumpulan data menggunakan metoda purposive sample, dengan beberapa kriteria seperti keluasan ruang, adanya ruang terbuka dan berlokasi di area perumahan Bumi Dalung Permai. Berdasarkan data yang didapatkan, ruang terbuka pada rumah tinggal didominasi oleh aplikasi material perkerasan(semen cetak, paving, batu alam dan keramik. Ruang terbuka pada rumah tinggal memiliki beberapa fungsi seperti garasi, area jemur, area pembersihan dan taman.

Kata kunci: material, ruang terbuka, ekologi

## PENDAHULUAN

Manusia hidup di bumi bersama dengan makhluk hidup lainnya yaitu hewan dan tumbuhan. Sebagai salah satu makhluk hidup dengan kemampuan paling tinggi (pikiran, suara dan tenaga) maka sudah seharusnya manusia mampu menjaga dan melindungi makhluk hidup lainnya. Hal tersebut sesuai dengan konsep ajaran agama Hindu yaitu *Tri Hita Karana* dimana salah satunya adalah menjaga keselarasan antara manusia (*pawongan*) dengan lingkungan (*palemahan*). Pengetahuan sebagai hasil pikiran manusia seharusnya ditujukan untuk menciptakan keselarasan manusia dengan lingkungan (Dalem dkk, 2007) bukan sebaliknya. Masyarakat tradisional Hindu khususnya, telah memikirkan dan mengaplikasikan konsep yang terkait dengan keselarasan hubungan antara manusia dengan alam. Selain konsep *Tri Hita Karana* terdapat beberapa konsep lainnya seperti hari raya *Nyepi*, *Tumpek bubuh*, *Hulu-Teben*, *Catus Patha*, *Sanga Mandala*, *Natah*, dan *Karang Tuang*. Konsep-konsep tersebut dibuat untuk menaungi penataan lingkungan manusia dari yang terbesar sampai yang terkecil. Selain itu, konsep-konsep tersebut juga sebagai bentuk penghargaan manusia khususnya masyarakat tradisional Hindu terhadap alam. Dalam setiap aplikasinya, konsep-konsep tersebut selalu mempertimbangkan alam dan segala isinya demi keselarasan ekologi. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, eksploitasi terhadap alam mulai berlebihan yang mengakibatkan keselarasan ekologi secara perlahan memudar. Jika diamati dengan seksama maka konsep-konsep ekologi masih dapat ditemukan sampai saat ini dengan berbagai macam pengembangannya, hanya saja jumlahnya yang terus mengalami penurunan bahkan terancam hilang.

Ekologi merupakan sebuah ilmu yang mengajarkan manusia untuk wajib mempertimbangkan hubungan timbal balik antara manusia dengan alam. Konsep ini pada dasarnya telah diaplikasikan oleh masyarakat tradisional Hindu di Bali namun, pemahaman ekologi yang ada pada ajaran agama Hindu tersebut kini mulai terabaikan. Hal tersebut menyebabkan banyaknya kerusakan lingkungan akibat perbuatan manusia sehingga kini menjadi permasalahan yang sangat mengawatirkan khususnya di Bali. Abrasi pantai, berkurangnya sumber air, pemanasan suhu udara, banjir dan tanah longsor merupakan beberapa dampak dari kurangnya perhatian manusia terhadap alam melalui pemahaman konsep ekologi. Semua dampak tersebut pada dasarnya berasal dari lingkungan manusia yang paling kecil yaitu rumah tinggal. Pada saat ini banyak ditemukan lingkungan perumahan yang memanfaatkan ruang hanya untuk kepentingan aktivitas manusia tanpa mempertimbangan konsep ekologi. Khusus di Bali, permasalahan seperti ini banyak ditemukan pada perumahan dengan lokasi lingkungan yang dekat dengan kota (sub-urban) dan fasilitas umum. Salah satu contohnya adalah perumahan Bumi Dalung Permai. Lingkungan perumahan Bumi Dalung Permai berdekatan dengan beberapa fasilitas umum seperti sekolah, pasar, dan pusat pemerintahan Kabupaten Badung. Lingkungan perumahan ini didominasi oleh lahan rumah tinggal dengan rentang keluasan antara 100M<sup>2</sup> sampai 200M<sup>2</sup>. Pemahaman yang terbatas terhadap konsep ekologi mengakibatkan ruang yang tersedia hanya didesain untuk pemenuhan aktivitas tanpa memikirkan lingkungan sekitar bahkan ekologi.

Berdasarkan konsep penataan lingkungan (*sanga mandala*) yang diwariskan oleh masyarakat tradisional khususnya di Bali terkait lingkungan rumah tinggal, keluasan lahan tersebut memang tidak sesuai. Namun, perkembangan zaman tidak dapat dibendung oleh manusia secara individu. Sebagian besar masyarakat sudah tidak mampu lagi membeli lahan luas khususnya di daerah perkotaan karena harga yang mahal. Hal ini juga diakibatkan oleh tidak adanya desain tata ruang yang berkelanjutan dari pemerintah. Mengantisipasi dan menyalahi hal tersebut pemerintah sebenarnya

telah mengeluarkan peraturan terkait Koefisien Dasar Bangunan(KDB) dan Ruang Terbuka Hijau(RTH). Peraturan ini pada prinsipnya ditujukan untuk pelestarian alam dan keseimbangan hak asasi manusia untuk mendapatkan dan menikmati energi dari alam. Salah satu contoh pelestarian alam yang dimaksudkan adalah menjaga ketersediaan air tanah demi kelangsungan kehidupan manusia dan makhluk lainnya di masa mendatang. Adanya pemenuhan kewajiban terkait Koefisien Dasar Bangunan(KDB) dan Ruang Terbuka Hijau(RTH) akan mampu menciptakan lingkungan perumahan yang seragam sehingga akan memberikan pemerataan hak untuk setiap rumah tinggal dalam mendapatkan energi alam seperti matahari dan angin(Mediastika,2013). Keluasan lahan yang tersedia saat ini menjadi konsekuensi manusia untuk mampu memenuhi peraturan pemerintah dan mengaplikasikan konsep ekologi pada lingkungan rumah tinggal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman masyarakat terkait pentingnya ruang terbuka dalam hubungannya dengan aplikasi material. Keluasan ruang yang terbatas tidak selalu menjadikan desain ruang terbuka terabaikan atau bahkan ditiadakan. Dalam penelitian ini akan memperlihatkan bagaimana perlakuan terhadap ruang terbuka khususnya dari aplikasi material. Penelitian ini juga merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang membahas pola ruang terbuka pada rumah tinggal. Melalui penelitian ini diharapkan masyarakat mampu mendapatkan pemahaman dan pengetahuan dalam menyiasati ruang terbatas pada rumah tinggal sebagai ruang terbuka.

#### **METODA STUDI**

Penelitian ini menggunakan metoda kualitatif dengan penjelasan secara deskriptif. Data primer didapatkan melalui penyebaran kuesioner di beberapa rumah tinggal yang sudah disesuaikan dengan kriteria penelitian. Pengumpulan data menggunakan metoda purposive sample, dengan beberapa kriteria seperti keluasan ruang, adanya ruang terbuka dan berlokasi di area perumahan Bumi Dalung Permai. Dalam melakukan analisis, penelitian ini didukung dengan data sekunder yang didapatkan dari beberapa pustaka yang terkait dengan judul yang telah dipilih.

#### **PEMBAHASAN**

Masyarakat tradisional khususnya di Bali merupakan sebuah contoh bagaimana manusia mampu menggunakan pengetahuannya untuk menciptakan sebuah kehidupan ekologis. Hal ini mengakibatkan kreatifitas untuk menjalani kehidupan selalu melibatkan alam. contohnya dapat dilihat dari pemikiran terhadap pola ruang pemukiman sampai pada pola ruang pada rumah tinggal. Khusus pada lingkungan rumah tinggal, masyarakat tradisional Hindu di Bali memanfaatkan dan mempertimbangkan alam guna menciptakan ruang yang ekologis. Pemanfaatan material alam pada ruang maupun arsitektur tidak hanya sebagai upaya untuk menyelaraskan hubungan dengan lingkungan sekitar, namun juga mempertimbangkan kondisi geografis pulau Bali. Hal tersebut dapat dilihat pada arsitektur rumah tinggal tradisional Bali yang menggunakan material alam pada setiap elemen pembentuk ruangnya. Elemen lantai menggunakan material tanah yang dipadatkan dengan campuran beberapa material perekat. Pada elemen dinding menggunakan material batu alam dan elemen plafond sekaligus sebagai atap menggunakan material alang-alang, bilah bambu(sirap) dan genteng tanah liat(Glebet, 1982). Pemikiran tersebut sejalan dengan bagaimana konsep hemat energi dan lestari lingkungan. Material yang diperoleh tidak jauh dari lingkungan rumah tinggal sehingga energi baik secara fisik maupun non fisik dapat dihemat. Pamakaian material alam secara tidak langsung akan menghadirkan kondisi termal khususnya pada lingkungan rumah tinggal menjadi sejuk. Pamakaian material batu alam seperti batu-bata, paras dan tanah pada dinding akan menurunkan penyerapan sinar matahari sehingga kondisi termal pada interior akan

rendah. Bentuk bangunan yang rendah dan seragam serta adanya jarak antar bangunan dalam satu pemukiman menghadirkan sirkulasi udara dan pencahayaan yang merata terhadap setiap bangunan.

Konsep ekologis yang digunakan oleh masyarakat tradisional Bali merupakan sebuah usaha untuk menjadikan kehidupan manusia dengan alam yang berkelanjutan. Perkembangan yang terjadi saat ini khususnya dalam hal lingkungan tidak lantas membuat masyarakat modern tidak mampu untuk mengaplikasikan konsep ekologi dalam sebuah lingkungan rumah tinggal. Sebagai makhluk dengan kemampuan tertinggi, manusia seharusnya mampu menggunakan pengetahuannya untuk mencerna konsep-konsep ekologi tersebut. salah satu caranya adalah dengan melakukan pengembangan makna yang terkandung dalam konsep-konsep ekologi tersebut sehingga dapat disesuaikan atau disiasati guna tetap mempertahankan keselarasan terhadap alam. Dalam hal ini, rumah tinggal dengan keluasan ruang terbuka yang kecil (<2M<sup>2</sup>) mampu disiasati dengan aplikasi material yang tepat.

Data dalam penelitian ini didapatkan dari hasil jawaban koesioner yang diberikan kepada 30 responden. Berdasarkan data tersebut didapatkan bahwa pada elemen lantai sebanyak 24 rumah tinggal menggunakan elemen perkerasan, 1 menggunakan material tanah dan 5 menggunakan material tanaman. Pada elemen dinding didapatkan sebanyak 23 rumah tinggal menggunakan material dasar batako, batu bata dan plesteran, 6 rumah tinggal menggunakan material batu-alam dan hanya satu rumah tinggal menggunakan material tanaman. Tabel elemen plafond memperlihatkan kondisi plafond pada ruang terbuka. Aplikasi material hanya diperlihatkan oleh tabel atap transparan dan tertutup. Material transparan berdasarkan hasil pengamatan pada objek penelitian mempergunakan jenis material *polycarbonat*. Plafond tertutup mempergunakan material yang bervariasi mulai dari beton, genteng dan asbes.

JENIS MATERIAL								
Elemen perkerasan	LANTAI		DINDING			PLAFOND		
	tana h	tanama n	Batako/ batu bata/ plester an	Batu alam	tanama n	Terbuk a (tanpa materia l)	Atap transparan ( <i>polycarbo nat</i> , dll)	Tertutu p (beton, genten g, dll)
24	1	5	23	6	1	5	5	20

Tabel 1. Data material elemen pembentuk ruang sumber. Dokumen penulis

Elemen perkerasan yang dimaksudkan pada penelitian ini adalah material yang tidak tembus air dan memiliki campuran dengan material lainnya (pasir, batu dan perekat). Terdapat beberapa jenis elemen perkerasan yang dijumpai pada objek penelitian yaitu campuran semen cetak (*paving dangrass block*), batu koral, batu alam dan keramik. Penggolongan material dinding didasarkan pada dominasi material penyusunnya.

Berdasarkan pengamatan saat melakukan pengumpulan data, ruang terbuka pada rumah tinggal memiliki beberapa fungsi. Ruang dengan material lantai perkerasan, dinding batako dan plafond tertutup difungsikan sebagai teras dan garasi kendaraan baik roda dua maupun roda empat. Fungsi lain dari ruang terbuka pada rumah tinggal adalah area pembersihan dan area jemur. Pada area ini material lantai menggunakan perkerasan, dinding batako atau batu bata sedangkan atap menggunakan material penutup yang transparan atau tembus cahaya. Dari 30 sampel objek penelitian hanya terdapat 5 ruang terbuka yang difungsikan sebagai taman. Material lantai pada ruang terbuka yang difungsikan sebagai taman tidak sepenuhnya tanaman, melainkan

perkerasan yang memiliki rongga sehingga penyerapan air masih tetap terjaga. Ruang terbuka yang difungsikan sebagai taman ini memang sudah direncanakan dari awal pembangunan. Hal ini membuktikan bahwa masih terdapat masyarakat yang sadar akan adanya ekologi pada rumah tinggal. Berdasarkan hasil wawancara, terdapat tiga pertimbangan dari responden yaitu taman berfungsi sebagai penghawaan dan pencahayaan alami, taman berfungsi sebagai elemen estetis dari ruang dalam dan taman berfungsi sebagai penyalur hobi.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya terkait pengaruh ruang terbuka terhadap sirkulasi udara pada rumah tinggal, 23 dari 52 rumah tinggal yang menggunakan material perkerasan pada lantai dan batako atau batu bata pada dinding mendapatkan sirkulasi udara yang baik. Kondisi tersebut dikarenakan ruang terbuka yang terdapat pada 23 rumah tinggal tersebut menggunakan pola depan dan belakang yang didukung oleh adanya ruang penghubung pada bagian interior (Jayadi, 2018). Hal tersebut membuktikan bahwa, pemakaian material perkerasan pada lantai dan material batako atau batu bata pada dinding masih diizinkan dengan catatan ruang terbuka harus didesain dengan pola depan belakang.

Berdasarkan konsep *Green Architecture*, terdapat 4 kategori material yang harus diperhatikan yaitu material terbarukan (*renewable*), bekas (*reuse*), daur ulang (*recycle*) dan tidak mengkontaminasi lingkungan. Selain itu, desain ruang terbuka juga harus memperhatikan minimalisasi pemanasan kawasan. Hal yang perlu diperhatikan dalam rangka meminimalisasi pemanasan kawasan adalah penghijauan kawasan, penghijauan atap bangunan, perkerasan muka tanah dan meminimalkan efek "Heat Urban Island" (Karyono, 2014). Ruang terbuka dengan material pembentuk ruang yang dapat menimbulkan panas hendaknya diposisikan pada sisi yang tidak terpapar sinar matahari langsung sehingga material tidak menyimpan panas. Ruang tersebut juga harus memiliki akses terbuka pada dua sisi sehingga sirkulasi udara menjadi lancar. Dominasi material perkerasan pada ruang terbuka juga dapat disiasati dengan menempatkan penghalang berupa tanaman atau pohon perindang.



ruang terbuka difungsikan sebagai taman



ruang terbuka difungsikan garasi, area jemur dan pembersihan



Gambar 1. Contoh aplikasi material ruang terbuka sumber. Dokumen penulis

Gambar diatas merupakan 4 contoh fungsi ruang terbuka pada rumah tinggal. Berdasarkan contoh tersebut dapat dipahami bahwa pemahaman konsep ekologi secara tidak langsung akan menghadirkan aplikasi material yang selaras dengan lingkungan. Ruang terbuka dengan pemahaman ekologi akan mengaplikasikan material yang mampu meminimalisasi pemanasan kawasan dengan mempertimbangkan penghawaan, pencahayaan dan peresapan air. Pada gambar diatas dapat dilihat ruang terbuka yang difungsikan sebagai taman mengaplikasikan material koral dengan teknik tabur pada elemen lantai. Aplikasi material tersebut akan memudahkan peresapan air sehingga udara disekitarnya tidak terlalu lembab ataupun kering. Material koral dengan teknik tabur masih menyisakan rongga udara untuk mengurangi radiasi penuh sinar matahari. Material tanaman selain berfungsi untuk

mengurangi radiasi sinar matahari juga berfungsi menghasilkan udara segar. Pada gambar lainnya memperlihatkan ruang terbuka yang difungsikan sebagai garasi, area jemur dan pembersihan. Material yang dipergunakan pada elemen lantai adalah keramik sedangkan pada elemen dinding mempergunakan material yang bervariasi seperti plesteran. Berdasarkan aplikasi material, ruang terbuka tersebut tidak mengaplikasikan konsep ekologi. Material yang dipergunakan sebagian besar tidak dapat diperbaharui atau didaur ulang sehingga akan mencemari lingkungan. Aplikasi material pada ruang tersebut juga akan menghasilkan pemanasan kawasan/ruang karena sifat material yang menyerap sekaligus memantulkan panas. Namun, disisi lain ruang ini juga didesain untuk meminimalisasi paparan sinar matahari terhadap material. Pada bagian plafond, ruang tersebut mempergunakan material transparan berjenis *polycarbonat*. Ruang terbuka lainnya menyiasati paparan langsung sinar matahari dengan mendesain penghalang dengan material beton.

Menghadirkan ruang terbuka pada rumah tinggal merupakan sebuah usaha yang tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan rumah tinggal itu sendiri, melainkan juga bermanfaat bagi lingkungan sekitar. Desain ruang terbuka hendaknya memperhatikan peraturan pemerintah terkait Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sehingga mampu mendukung ruang terbuka yang ada di lingkungan sekitar. Manusia sebagai makhluk sosial hendaknya tidak hanya memikirkan kepentingan sendiri melainkan memperhatikan dan menghargai lingkungan baik sosial maupun alam. Masyarakat tradisional Bali khususnya telah mewariskan sebuah konsep yang secara nyata mampu menjaga alam sampai saat ini. Sebagai manusia modern, konsep-konsep tersebut wajib untuk dilestarikan. Usaha pelestarian warisan leluhur tersebut sekaligus menjadi upaya untuk terus menjaga alam demi kelangsungan kehidupan di bumi.

Lahan terbatas yang tersedia saat ini menjadi konsekuensi yang harus diterima. Namun, hal tersebut tidak menjadi penghalang dalam usaha untuk melestarikan ekologi khususnya pada lingkungan rumah tinggal. Usaha menyiasati ruang dalam bentuk desain ruang terbuka dapat dilakukan dengan pemilihan material yang tepat sehingga manfaat yang didapatkan menjadi maksimal. Meminimalisasi pemanasan kawasan yang dilakukan pada satu rumah tinggal jika diikuti oleh beberapa rumah tinggal lainnya akan menghasilkan akumulasi yang tinggi terhadap pemahaman konsep ekologi. Hal ini akan memberikan dampak positif bagi sebuah lingkungan binaan yang nantinya akan memberikan dampak berkelanjutan terhadap kelangsungan kehidupan makhluk yang ada di bumi. Selain itu, usaha tersebut juga akan mendukung pemerintah dalam rangka menegakkan peraturan pemerintah terkait ekologi.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu mengetahui dan memahami pengetahuan masyarakat terhadap ruang hijau melalui aplikasi material, maka dapat disimpulkan beberapa hal seperti berikut:

1. 24 dari 30 objek penelitian menggunakan material perkerasan pada lantai ruang terbuka, 6 objek lainnya menggunakan material tanah dan tanaman.
2. 23 dari 30 objek penelitian menggunakan material batu bata, batako dan plesteran pada elemen dinding, 7 objek lainnya menggunakan material batu alam dan tanaman.
3. Pada elemen plafond, 20 objek penelitian mengkondisikan tertutup dengan aplikasi material beton dan genteng, 5 menggunakan material transparan, dan 5 objek lainnya tidak mengaplikasikan material atau terbuka.
4. Kurangnya pemahaman masyarakat terhadap konsep ekologi berdampak pada aplikasi material pada ruang terbuka.
5. Aplikasi material perkerasan harus memperhatikan posisi yang tidak terpapar sinar matahari langsung.

6. Suhu panas akibat material perkerasan dapat diminimalisasi dengan penempatan tanaman atau pohon peneduh untuk mengurangi paparan langsung sinar matahari.
7. Konsep ekologi pada ruang terbuka berfungsi untuk mengatur kondisi termal lingkungan sehingga meminimalisasi dampak pemanasan kawasan.
8. Pemahaman masyarakat terkait ekologi sangat kurang sehingga ruang terbuka tidak berfungsi maksimal baik bagi lingkungan rumah tinggal maupun aktivitas civitas di dalamnya.

## REFERENSI

- Dalem, Raka A.A. Dkk. (2007), Kearifan Lokal Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup, Universitas Udayana, Denpasar.
- Dwijendra.N.K. Acwin.(2009), Arsitektur Rumah Tradisional Bali, Udayana University Press dan CV Bali Media Adhikarya, Denpasar.
- Frick, Heinz, (2007), Dasar-dasar Arsitektur Ekologis, Kanisius, Yogyakarta.
- Glebet, I Nyoman. Dkk. (1986), Arsitektur Tradisional Bali, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Denpasar.
- Heryanto, Bambang. (2011), Roh dan Citra Kota, Brilian Internasional, Surabaya.
- Karyono, Tri Harso. (2014), Green Architecture, Rajawali Pers, Jakarta
- Latifah, Nur Laela. (2015), Fisika Bangunan 1, Griya Kreasi, Jakarta
- Manurung, Parmonangan. (2012), Pencahayaan Alami Dalam Arsitektur, ANDI, Yogyakarta.
- Mediastika, Christina. (2013), Hemat Energi Lestari Lingkungan melalui Bangunan, Andi Offset, Yogyakarta.
- Ronald, Arya. (2008), Kekayaan dan Kelenturan Arsitektur, Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Soerjani, Mohamad. (2009), Pendidikan Lingkungan sebagai Dasar Kearifan Sikap dan Prilaku bagi Kelangsungan Kehidupan menuju Pembangunan Berkelanjutan, Universitas Indonesia, Jakarta
- Wahid, Julaihi. (2013), Teori Arsitektur, Suatu Kajian Perbedaan Pemahaman Teori Barat dan Timur, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Zahnd, Markus. (2009), Pendekatan dalam Perancangan Arsitektur, Kanisius

NO	JENIS MATERAL			JENIS MATERAL			
	LANTAI	DINDING	DOMINASI MATERIAL	No.	Lantai	Dindng	Material
1	padat	batako	tanaman	16	tanaman	batako	tanaman
2	tanaman	batako	tanaman	17	padat	batu bata	padat
3	tanaman	tanaman	tanaman	18	padat	batako	tanaman
4	padat	batako	padat	19	padat	batako	padat
5	padat	batako	tanaman	20	padat	batako	padat
6	padat	batako	tanaman	21	padat	batu bata	tanaman
7	padat	batu bata	tanaman	22	padat	batako	padat
8	tanah	batako	padat	23	tanah	batako	tanaman
9	padat	batako	tanaman	24	padat	batako	tanaman
10	padat	batako	padat	25	padat	batako	padat
11	tanaman	batako	tanaman	26	padat	batako	padat
12	padat	batu bata	padat	27	padat	batu bata	padat
13	padat	batako	padat	28	padat	batako	padat
14	tanaman	batako	tanaman	29	padat	batako	padat
15	padat	batako	tanaman	30	padat	batu bata	padat