

PENERAPAN ARSITEKTUR EKOLOGI PADA RANCANG BANGUN TAMAN WISATA ALAM DI PULAU KOMODO SEBAGAI KONSERVASI KOMODO

Cindy Olivia Astari Putri, Bambang Triratma, Kahar Sunoko
 Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
 cindyoliv27@gmail.com

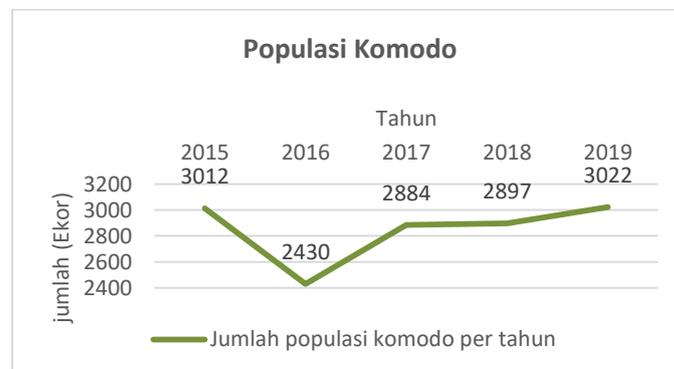
Abstrak

Pulau Komodo merupakan bagian dari Taman Nasional Komodo yang melindungi spesies komodo dibawah naungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Keberadaan komodo di kawasan tersebut telah menjadi daya tarik bagi wisatawan di Indonesia maupun mancanegara untuk berkunjung ke Taman Nasional Komodo. Namun seiring dengan meningkatnya jumlah wisatawan setiap tahun dapat mengancam kelestarian habitat komodo. Sebagai upaya pelestarian komodo maka dirancang suatu wadah yang memfasilitasi kegiatan ekowisata bagi wisatawan dan konservasi komodo dalam bentuk Taman Wisata Alam sebagai upaya keberlanjutan untuk menghadapi perubahan alam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan tahapan eksplorasi ide, perumusan masalah, pengumpulan data, dan analisis arsitektur dengan penggabungan selektif teori arsitektur ekologi dari Heinz Frick dan Kenneth Yeang. Prinsip yang digunakan yaitu: memelihara sumber daya alam, mengelola tanah dan udara, responsif terhadap iklim setempat, penggunaan material lokal yang ekologis, dan memanfaatkan energi alternatif. Prinsip-prinsip tersebut diaplikasikan pada zoning, sirkulasi dan konfigurasi bentuk bangunan, tampilan bangunan, dan utilitas bangunan.

Kata kunci: arsitektur ekologis, konservasi, Loh Liang, ekowisata.

1. PENDAHULUAN

Taman Nasional Komodo merupakan habitat asli spesies endemi Komodo (*Varanus Komodoensis*). Hewan ini memiliki habitat asli di Pulau Komodo, Rinca, Flores, Gili Montang, dan Gili Dasami di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan daftar IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) Red List, Komodo termasuk dalam kategori hewan rentan punah (*vulnerable*). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyebutkan jumlah populasi komodo dalam rentang tahun 2015-2019 mengalami fluktuasi.



Gambar 1

Populasi komodo dalam 5 tahun terakhir

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019

Dalam pelestarian komodo, Indonesia telah melakukan upaya seperti yang diungkapkan oleh (Primark, 1988) bahwa pada tahun 1927, dikeluarkan suatu undang-undang yang melarang perburuan atau penangkapan komodo. Dan menetapkan Pulau Komodo serta dua pulau sekitarnya ditetapkan sebagai Taman Nasional pada tahun 1980.

Komodo merupakan salah satu hewan sensitif dengan lingkungan sekitar. Perubahan lingkungan akibat kerusakan habitat berpengaruh pada perubahan psikologi komodo. Kerusakan habitat dapat diakibatkan dari aktivitas ekowisata dan eksploitasi sumber daya alam. Manusia telah menyebabkan perubahan skala luas dalam ekologi dan sistem evolusi alam (Vitousek, 1997). Kegiatan manusia mempengaruhi keanekaragaman hayati dan ekosistem termasuk eksploitasi, degradasi, hilangnya sumber daya alam, dan modifikasi habitat (Vitousek, 1997). Psikologis komodo yang berada di Pulau Komodo dan Rinca memiliki perbedaan. Pulau Komodo memiliki populasi komodo yang lebih tinggi dari Pulau Rinca, serta menjadi tujuan wisata utama yang membuat Pulau Komodo memiliki tingkat interaksi manusia dengan komodo yang tinggi pula. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Jessop, et al., 2018) bahwa komodo yang berada di area dengan tingkat interaksi dengan manusia yang tinggi cenderung tidak memberikan reaksi dibandingkan dengan komodo yang berada di area dengan tingkat interaksi dengan manusia yang rendah.

Taman Nasional Komodo selain sebagai konservasi komodo juga menjadi tujuan wisata bagi wisatawan. Taman Nasional Komodo juga ditetapkan dalam salah satu proyek strategis nasional oleh Pemerintah Indonesia. Ekowisata adalah aktivitas yang relatif baru yang telah mengalami pertumbuhan substansial dalam beberapa decade terakhir dan sekarang menimbulkan keprihatinan atas efek kompleksnya terhadap satwa liar dan habitatnya (Krüger, 2005; Buckley, 2011).

Berangkat dari permasalahan konservasi terhadap spesies komodo dengan pelestarian keanekaragaman hayati membutuhkan taman wisata alam berbasis konservasi komodo sebagai wadah kegiatan. Dengan memadukan konservasi dengan ekowisata akan mendatangkan keuntungan bagi semua pihak terkait. Dari segi konservasi komodo, ekowisata adalah jenis wisata yang mengutamakan alam dan tetap menjaga keaslian sekitar. Dari segi ekonomi, selain mendatangkan keuntungan dari kegiatan berwisata alam untuk pemerintah dan mendukung kegiatan konservasi lingkungan, masyarakat lokal akan diuntungkan karena dalam ekowisata pemberdayaan masyarakat setempat menjadi penting dengan melibatkan masyarakat dalam perencanaan hingga pengelolaan objek wisata.

Dalam konservasi dan ekowisata memiliki keterkaitan yang erat dengan pembangunan berkelanjutan karena suatu konservasi tidak akan berjalan jika tidak ada upaya pembangunan berkelanjutan untuk menghadapi perubahan alam. Untuk upaya pelestarian suatu spesies membutuhkan dana yang tidak sedikit. Ekowisata menjadi opsi terbaik karena aktivitas wisata yang terjadi memiliki efek samping yang kecil bagi kerusakan lingkungan selain itu pendapatan yang diterima dapat dianggarkan untuk dana penelitian dalam upaya pelestarian. Suatu upaya pelestarian spesies akan memiliki nilai keberlangsung yang sangat tinggi karena untuk menstabilkan jumlah populasi suatu spesies membutuhkan waktu yang panjang.

Pembangunan objek Taman Wisata Alam Berbasis Konservasi Komodo dapat memberikan dampak negatif pada kerusakan alam akibat dari kegiatan wisata yang dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup komodo dan makhluk hidup lain di ekosistem tersebut. Pemilihan Arsitektur Ekologi sebagai penyelesaian desain perancangan karena paling sesuai dan efektif. Hal ini dikarenakan Arsitektur Ekologi tidak hanya memperhatikan manusia namun juga keselarasan manusia dengan lingkungannya, sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada alam dan memiliki tingkat keberlanjutan yang tinggi.

2. METODE PENELITIAN

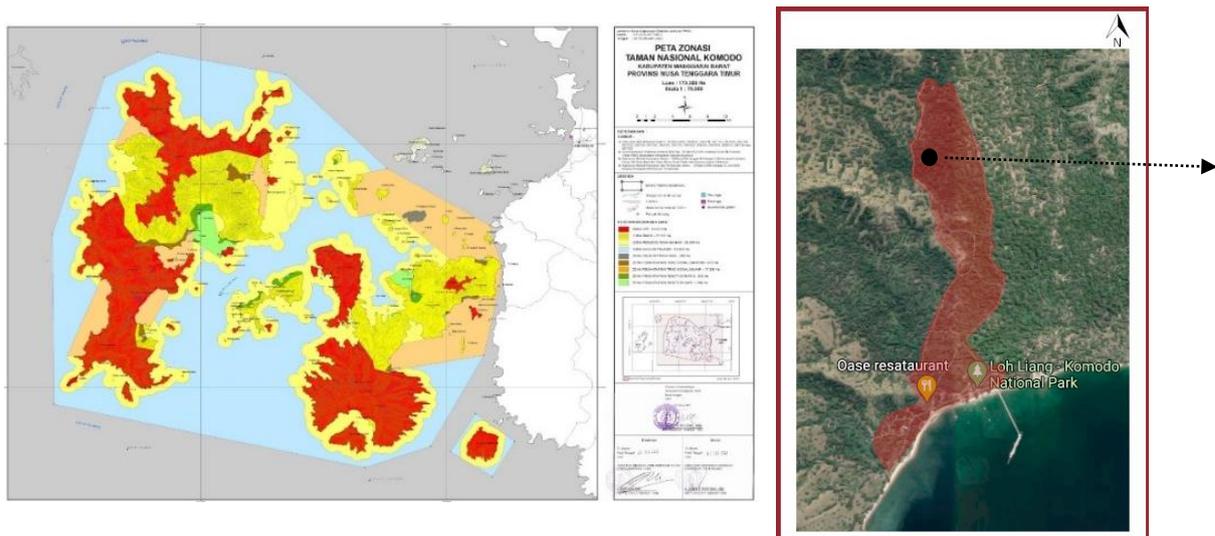
Objek rancang bangun Taman Wisata Alam menerapkan Arsitektur Ekologi yang responsive terhadap kondisi alam sekitar. Metode yang digunakan adalah deskripsi kualitatif yang melalui beberapa tahap. Tahap awal yang dilakukan adalah eksplorasi ide dengan membaca isu-isu terkait yang kemudian akan menjadi rumusan masalah. Dari tahap ini, disimpulkan bahwa Taman Wisata Alam menjadi penyelesaian desain dalam menjembatani interaksi antara manusia dengan komodo.

Tahap kedua yaitu pengumpulan data primer, sekunder, dan studi preseden. Data primer didapatkan dari observasi lapangan dan wawancara di Taman Nasional Komodo untuk menentukan lokasi yang sesuai dengan kriteria. Dilanjutkan dengan studi literatur dari buku, jurnal, peraturan pemerintah sebagai yang menjadi kajian teori dalam tahap analisis. Dan studi preseden untuk mendapatkan kriteria objek rancang bangun yang sesuai. Tahap selanjutnya adalah analisis data dengan pendekatan Arsitektur Ekologi yang responsif terhadap kawasan taman nasional serta habitat komodo serta makhluk hidup lainnya.

Tahap berikutnya adalah tahap analisis arsitektur dengan pendekatan Arsitektur Ekologi yang dapat diadaptasikan terhadap kawasan konservasi komodo serta ekosistemnya. Sedangkan prinsip-prinsip terkait Arsitektur Ekologis menerapkan beberapa teori dari beberapa tokoh arsitek yaitu Dasar-dasar Arsitektur Ekologis (Frick & Suskiyatno, 2007), *Eco Master Planning* (Yeang, 1995), dan *Green Architecture Design for Sustainable Future* (Brenda & Vale, 1991). Prinsip-prinsip tersebut diaplikasikan pada aktivitas, zoning, sirkulasi dan konfigurasi bentuk bangunan, tampilan bangunan, dan utilitas bangunan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi site terpilih berada di Loh Liang, Pulau Komodo, Taman Nasional Komodo, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan kehutanan Nomor P.76/Menlhk-Setjen/2015 menyebutkan bahwa kawasan tersebut termasuk Zona Pemanfaatan Wisata Daratan dan Bahari. Site tersebut dipilih karena memiliki potensi yaitu populasi Komodo yang lebih besar dibanding dengan pulau yang lain, mudah diakses dari Labuan Bajo, dan telah terbentuk menjadi tujuan wisata.



Gambar 2
Peta Zonasi Taman Nasional Komodo Dan Site Terpilih

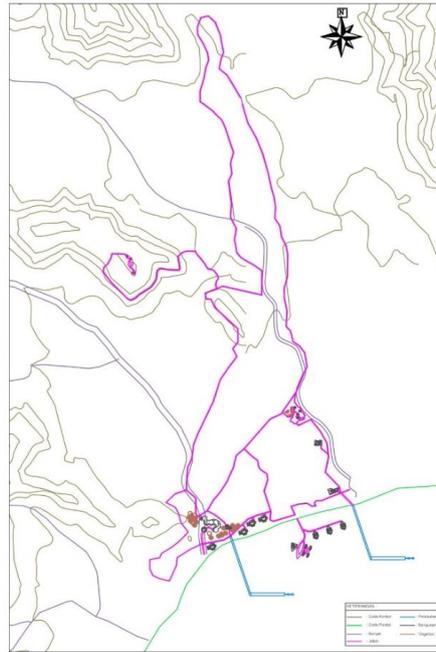
Kondisi eksisting tapak yang masih sangat asli dengan mayoritas terdiri dari hutan dan pemanfaatan pada sisi selatan atau pesisir eksisting sebagai bangunan pengelolaan perlu diperhatikan karena salah satu prinsip arsitektur ekologi adalah memelihara sumber daya alam sekitar yang berarti memelihara tapak dan memanfaatkan potensi yang ada. Hal yang dapat dicapai dari pemanfaatan potensi tapak yaitu pengelolaan tanah, udara, dan energi serta menggunakan material lokal yang ekologis. Penerapan dari prinsip memelihara sumber daya alam sekitar adalah dengan tidak menggusur vegetasi pada tapak, mengolah kembali area yang telah dimanfaatkan pada eksisting, serta memperhatikan aktivitas dan persebaran komodo agar tidak terganggu oleh aktivitas manusia.

Perencanaan kawasan Taman Wisata Alam menerapkan prinsip Arsitektur Ekologi untuk memelihara alam sekitar. Keseluruhan aspek perancangan pada kawasan diupayakan untuk menjembatani interaksi manusia dengan komodo. Pembangunan objek rancang bangun dengan lingkungan sekitar serta berusaha untuk menghindari eksploitasi alam (Wibowo, Setyaningsih, & Nugroho, 2020). Pada proses penyusunan konsep, analisis zoning kawasan dilakukan dengan memetakan kelompok kegiatan berdasarkan intensitas wisatawan serta tingkat interaksi manusia dengan komodo. Kemudian dari zoning kawasan mempengaruhi penataan massa serta bentuk sirkulasi pada site.

TABEL 1
ZONING DAN TINGKAT INTERAKASI MANUSIA DENGAN KOMODO

Zoning	Kegiatan	Intensitas Wisatawan	Interaksi Manusia dengan Komodo
1	Entrance Main entrance Ruang administrasi Side entrance	 Tinggi	 Rendah
2	Ekowisata Jalur trekking Komodo exhibit	 Rendah, terbatas	 Tinggi
3	Konservasi Veterinary (Klinik komodo)	 Rendah, terbatas	 Tinggi
4	Rekreasi edukasi Museum natural history komodo	 Tinggi	 Rendah
5	Konservasi edukasi Workshop	 Sedang	 Rendah
	Villa wisatawan	 Rendah	 Rendah
6	Konservasi rekreasi Menara pandang	 Rendah	 Tinggi
	Villa eksklusif	 Rendah	 Rendah
7	Pengelola Kantor	 Rendah, terbatas	 Sedang
8	Pendukung Café	 Tinggi	 Rendah

Penataan massa pada site menerapkan prinsip *respect for site* (Brenda & Vale, 1991) berhubungan dengan prinsip mengelola tanah, yaitu dengan menyesuaikan kontur, memanfaatkan area yang telah terbentuk pada eksisting, intensitas vegetasi pada eksisting, serta lokasi persebaran komodo sehingga pola yang dipilih untuk penataan massa pada site adalah *cluster*. Pewujudan penzoningan kawasan dengan memusatkan kegiatan yang memiliki intensitas manusia yang tinggi pada sisi selatan site.



Gambar 3
Site Plan Kawasan Taman Wisata Alam Komodo



Gambar 4
Perspektif situasi kawasan taman wisata alam komodo

Sirkulasi pada site menerapkan prinsip *respect for site* (Brenda & Vale, 1991), memelihara alam sekitar, dan infrastruktur alam (Yeang, 1995) yaitu dengan tidak menggusur vegetasi, mempertahankan kondisi eksisting, meminimalisir perubahan pada eksisting. Pengolahan jalur sirkulasi dilakukan pada lokasi dengan tingkat persebaran komodo yang tinggi dengan alternatif trekking layang (*sky walkways*) untuk menjembatani interaksi antara manusia dengan komodo secara aman. Jalur ini didesain melayang untuk menghindari penebangan pohon di sekitar. Pada zona ekowisata memiliki tingkat persebaran komodo yang tinggi serta menjadi daya Tarik utama kawasan Taman Wisata Alam Komodo. Dengan adanya atraksi *komodo exhibit* pada zona ekowisata bagi wisatawan agar dapat memperhatikan komodo secara aman dan tidak mengganggu komodo. Bangunan *komodo exhibit* ini didirikan dengan memanfaatkan pohon yang besar dan rindang sebagai tumpuan utama sehingga tidak mengganggu sirkulasi bagi komodo.



Gambar 5
Perspektif situasi pada komodo exhibit zona ekowisata

Prinsip yang diterapkan pada bentuk dan fasad bangunan yaitu responsif terhadap iklim setempat (Frick & Suskiyatno, 2007) berhubungan dengan prinsip mengelola udara dan energi. Site yang terletak di pesisir pantai memiliki potensi udara dan energi yang dapat dimanfaatkan untuk penghawaan dan pencahayaan alami. Dengan memvariasikan batu bata pada dinding angin dapat masuk ke dalam bangunan dan menggunakan *secondary skin* untuk mengatur pencahayaan alami pada bangunan. Bangunan kantor pengelola memanfaatkan batu bata menjadi roster agar cahaya matahari dapat masuk ke dalam bangunan, selain itu dengan kehadiran void pada bangunan semakin memaksimalkan pencahayaan alami sekaligus mempertahankan vegetasi pada eksisting. Void juga dimanfaatkan pada bangunan café. Pada bangunan administrasi *secondary skin* dimanfaatkan untuk mengatur pencahayaan alami pada bangunan. Dengan adanya roster, void, dan *secondary skin* pada bangunan secara maksimal dapat mengurangi konsumsi listrik di siang hari dan lebih hemat energi.

PEMANFAATAN VOID UNTUK MENJAGA VEGETASI PADA
EKSISTING SEKALIGUS PENCAAYAAN ALAMI



VOID DAN ROSTER PADA LANTAI 2
KANTOR PENGELOLA

PENGGUNAAN ROSTER UNTUK
MEMANFAATKAN PENCAHAYAAN ALAMI

Gambar 6
Pemanfaatan Void Dan Roster Pada Kantor Pengelola



Gambar 7
Secondary Skin Pada Bangunan Administrasi

Bukaan yang besar pada bangunan dapat memaksimalkan penghawaan alami pada bangunan. Pada bangunan villa wisatawan, menempatkan ventilasi atap dan bukaan di sisi bangunan agar terjadinya ventilasi silang pada bangunan. Dengan adanya ventilasi pada atap dapat

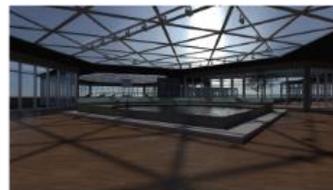
menyejukkan bangunan yang berlokasi di pesisir pantai serta responsif terhadap iklim tropis pada site.



Gambar 8
Ventilasi Atap Pada Bangunan Villa Wisatawan



Gambar 9
Bukaan yang besar pada villa eksklusif

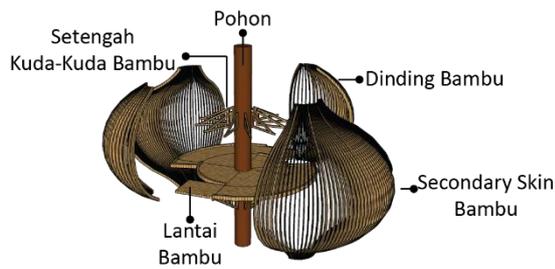


Gambar 10
Ventilasi atap dan bukaan pada museum

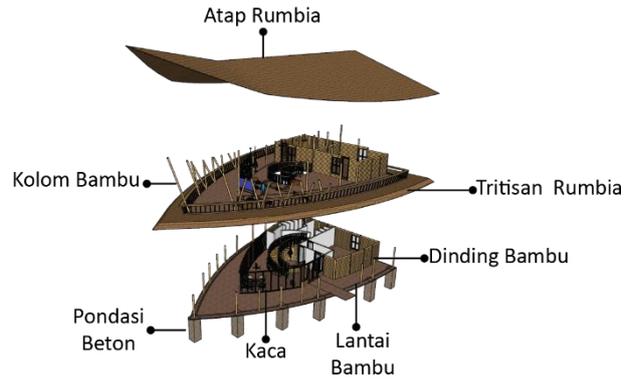
Penerapan prinsip *respect of site* dan responsif terhadap iklim setempat pada struktur bangunan, sub structure menggunakan struktur panggung karena aman bagi manusia dan komodo. Untuk penerapannya struktur panggung menggunakan pondasi batu kali dan umpak. Pondasi footplat untuk bangunan yang memiliki beban berat dan lebih dari satu lantai. Struktur panggung juga mengurangi pembangunan secara masif pada lahan (Wibowo, Setyaningsih, & Nugroho, 2020). Super structure menggunakan konsep struktur rangka dan bearing wall. Struktur rangka diterapkan pada sebagian besar bangunan karena menyalurkan beban secara horizontal dan vertikal sehingga struktur lebih stabil dan tahan gempa. Sedangkan struktur bearing wall diterapkan pada bangunan bebas kolom dan membutuhkan bentang lebar seperti museum. Lalu, upper structure menggunakan rangka kayu agar kuat dan tahan lama, struktur baja untuk bangunan yang memiliki bentang lebar, dan rangka bambu untuk bangunan-bangunan penunjang agar terkesan dinamis.

Prinsip arsitektur ekologi selanjutnya yaitu menggunakan material lokal yang ekologis dengan cara memanfaatkan material yang mudah didapatkan di lingkungan sekitar yang tidak memberikan dampak buruk bagi kesehatan serta tidak membahayakan bagi lingkungan. Pada lokasi eksisting memiliki potensi material yaitu kayu, bambu, rumbia, alang-alang, dan batu alam. Material bambu banyak dimanfaatkan sebagai *super-upper structure*. Pada bangunan workshop, hampir seluruh bangunan menggunakan bambu. Bambu digunakan untuk plat lantai, kolom, dinding, dan struktur atap karena kokoh, tahan lama, serta memiliki ukuran panjang sebagai alternatif struktur. Material bambu juga digunakan pada bangunan komodo exhibit karena memiliki sifat fleksibel sehingga dapat menyesuaikan dengan desain bangunan yang dinamis.

Material rumbia dan alang-alang dimanfaatkan sebagai penutup atap pada sebagian besar bangunan. Material tersebut dipilih karena telah banyak digunakan oleh masyarakat lokal, perawatan yang mudah, ramah lingkungan, dan memiliki kinerja thermal yang baik pada iklim tropis.



Gambar 11
Penggunaan material pada komodo exhibit

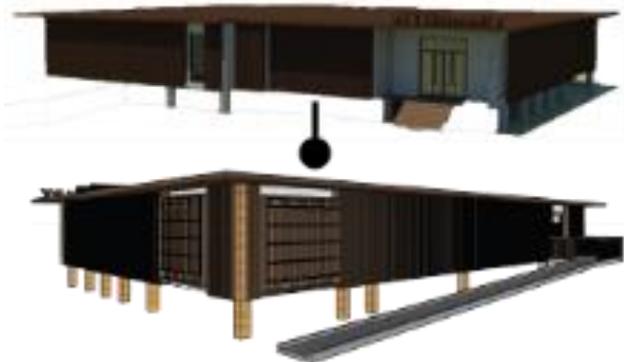


Gambar 12
Penggunaan material pada workshop

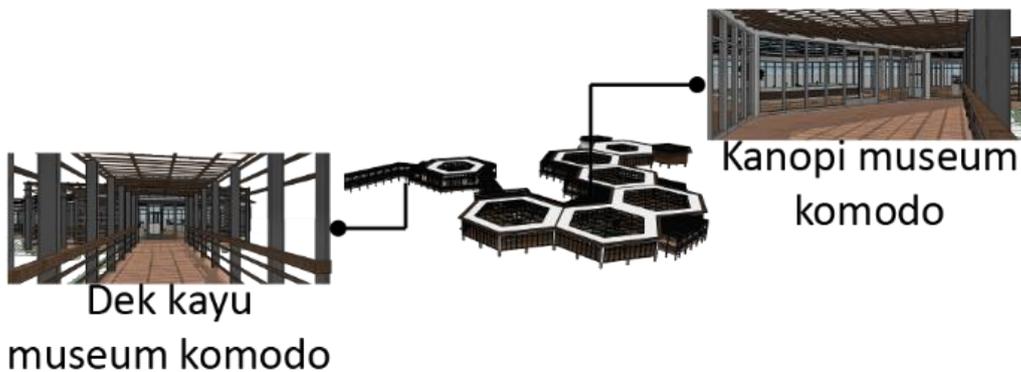
Material kayu banyak dimanfaatkan pada berbagai elemen bangunan. Kayu digunakan sebagai plat lantai pada beberapa bangunan diantaranya teras pada bangunan administrasi, villa wisatawan, dan café. Selain itu material kayu dimanfaatkan untuk dek pada museum dan jalan layang pada komodo exhibit. Lalu kayu juga digunakan sebagai kanopi pada teras bangunan administrasi, kanopi dek museum, dan atap bangunan kafe. Material kayu juga digunakan sebagai *secondary skin* pada bangunan administrasi untuk mengatur pencahayaan sekaligus memberikan kesan estetis pada bangunan.



Gambar 13
Secondary skin bangunan administrasi



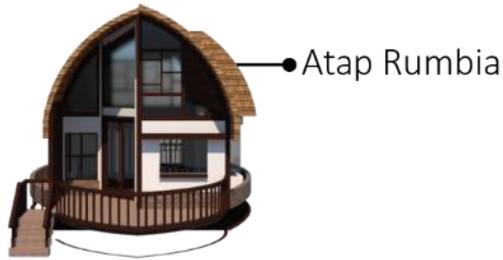
Gambar 14
Secondary skin klinik komodo



Dek kayu
museum komodo

Kanopi museum
komodo

Gambar 15
Penggunaan material kayu pada museum komodo



Gambar 16
Atap rumbia villa wisatawan

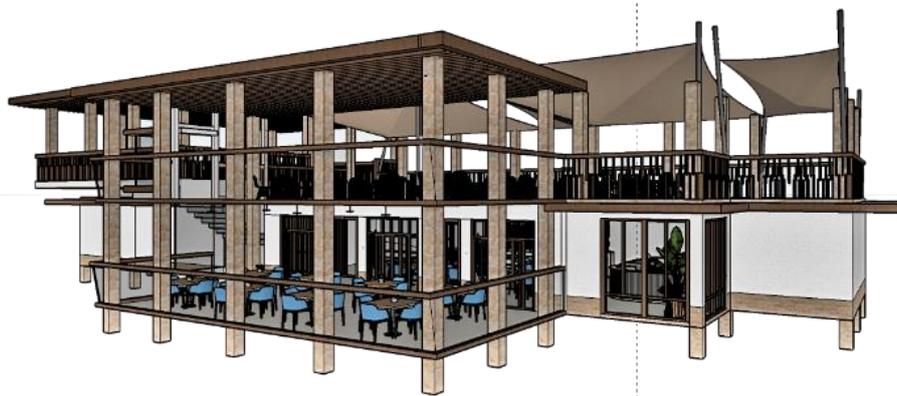


Gambar 17
Atap rumbia bangunan administrasi



Gambar 18
Atap rumbia workshop

Batu alam dimanfaatkan sebagai struktur pondasi pada bangunan. Selain itu batu alam juga dimanfaatkan untuk dinding pada sebagian besar bangunan sebagai variasi.



Gambar 19
Pondasi batu alam pada café

Pemanfaatan material lokal secara optimal menerapkan prinsip responsif terhadap iklim setempat, prinsip penggunaan bahan bangunan yang dapat dibudidayakan dan dapat digunakan kembali, prinsip penggunaan teknologi yang tepat guna (Frick & Suskiyatno, 2007).

Penerapan prinsip yang terakhir yaitu dengan memanfaatkan energi alternatif. Kebutuhan listrik pada Taman Wisata Alam di Pulau Komodo ini tidak banyak dan untuk memenuhi kebutuhan listrik dapat dengan memaksimalkan penggunaan energi terbarukan. Salah satunya dengan memanfaatkan energi matahari. Selain dimanfaatkan sebagai pencahayaan alami, energi matahari juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dengan bantuan panel surya. Prinsipnya panel surya akan mengubah energi cahaya menjadi arus listrik.



Gambar 20
Detail panel surya pada museum



Gambar 21
Detail panel surya pada klinik komodo

Solar panel digunakan pada bangunan museum dan klinik komodo. Bangunan museum membutuhkan suplai listrik untuk koleksi museum agar tetap awet dan klinik komodo membutuhkan listrik untuk kebutuhan alat medis. Oleh karena itu, panel surya dipasang di atap bangunan agar dapat menangkap sinar matahari di siang hari secara maksimal dan dapat dimanfaatkan untuk selanjutnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Taman Wisata Alam berbasis konservasi komodo dengan konsep Arsitektur Ekologi menjadi wadah ekowisata berorientasi pada alam namun tetap menjembatani interaksi antara manusia dan komodo secara aman di Pulau Komodo. Konsep Arsitektur Ekologi diaplikasikan pada tata massa bangunan berpola cluster agar dapat mempertahankan kondisi vegetasi eksisting. Membagi zonasi pada kawasan berdasarkan kegiatan, intensitas manusia, serta persebaran komodo. Dengan mempertahankan sirkulasi pada eksisting dan membangun pedestrian layang yang mengelilingi vegetasi bagi wisatawan pada titik persebaran komodo yang tinggi agar memberikan rasa aman bagi manusia dan komodo. Membentuk zona komodo exhibit di lokasi persebaran komodo yang tinggi sebagai pusat kegiatan ekowisata bagi wisatawan serta memusatkan kegiatan wisata lain dan pendukung di lokasi persebaran komodo yang rendah.

Konsep arsitektur Ekologi memiliki keunggulan untuk membuat objek rancang bangun yang selaras dengan alam. Kawasan yang menjadi bagian dari Taman Nasional Komodo dan sebagai konservasi komodo perlu melestarikan alamnya untuk menjaga ekosistem serta makhluk hidup didalamnya tidak rusak. Konsep Arsitektur Ekologi dalam perencanaan dan perancangan objek rancang bangun perlu memprioritaskan alam dan kondisi eksisting sekitar.

Keunggulan penelitian penerapan arsitektur Ekologi dalam proses perencanaan dan perancangan Taman Wisata Komodo adalah untuk menjaga kawasan sebagai konservasi komodo dari eksploitasi dan perusakan alam akibat dari kegiatan wisata dengan pembagian zonasi kawasan yang sesuai, sirkulasi yang aman bagi wisatawan dan komodo, dan segala aktivitas dari segi arsitektural maupun konservasi dapat berjalan berkesinambungan. Sehingga dapat menghasilkan rancangan yang tepat sasaran, menghindari eksploitasi berlebihan, dan mampu menjaga alam untuk keberlangsungan di masa yang akan datang.

REFERENSI

- Brenda, & Vale, R. (1991). *Green Architecture Design for Sustainable Future*. London: Thames & Hudson.
- Buckley, R. (2011). Tourism and environment. *Annu Rev Environ Resour*, 397-416.
- Frick, H., & Suskiyatno, F. B. (2007). *Dasar-dasar arsitektur ekologis Konsep pembangunan berkelanjutan dan ramah lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jessop, T. (2018). Effects of human activities on Komodo dragons in Komodo. *Springer*.
- Jessop, T. S., Ardiantiono, Purwadana, D., Ciofi, C., Imansyah, M. J., Panggur, M. R., & Ariefiandy, A. (2018). Effects of human activities on Komodo dragons in Komodo National Park. *Springer*.
- Krüger, O. (2005). The role of ecotourism in conservation: panacea or Pandora's box? *Biodivers Conserv*, 14, 579-600. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10531-004-3917-4>
- Primark, R. (1988). *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- V. a. (1997). Human domination of earth's ecosystems. *Science* 277, 494-499. Retrieved from <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.494>
- Wibowo, A. R., Setyaningsih, W., & Nugroho, P. S. (2020, Juli). Penerapan Arsitektur Ekologi pada Rancang Bangun Wisata Edukasi di Taman Gunung Bromo Karanganyar. *Jurnal Senthong*, 3, 471-482.
- Yeang, K. (1995). *EcoMasterplanning*. UK: John Wiley & Sons.