

BALAI KONSERVASI KOMODO DI LOH LIANG, PULAU KOMODO

Adriel Brian Kristyono dan Benny Poerbantano
Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
adrielbrian00@gmail.com; bennyp@petra.ac.id



Gambar. 1. Perspektif bangunan (*bird-eye view*) Balai Konservasi Komodo di Loh Liang, Pulau Komodo.

ABSTRAK

Desain Balai Konservasi Komodo di Loh Liang, Pulau Komodo ini adalah fasilitas yang berfungsi untuk menyelamatkan serta membantu keberlangsungan hidup komodo di masa yang mendatang. Tujuan adanya balai konservasi ini adalah untuk meneliti jenis, merawat, merehabilitasi, mengkonservasi habitat komodo sehubungan dengan dampak tekanan manusia, penebangan hutan secara perlahan, sehingga terjadi penurunan kualitas hutan sebagai habitat komodo. Lokasi tapak dipilih bertempat pada Taman Nasional Komodo dengan tujuan untuk melindungi Taman Nasional Komodo. Proses perancangan menggunakan metode pendekatan ekologi dengan pendalaman arsitektur material, struktur, dan ekologi sebagai satu kesatuan sistem yang tidak dapat dipisahkan. Pendekatan dan pendalaman ini dipilih karena site eksisting yang digunakan merupakan area Taman Nasional Komodo yang

dimana merupakan area konservasi insitu dengan kondisi site lahan berkontur yang mengakibatkan konstruksi bangunan dan pemilihan material yang digunakan harus diperhatikan dengan detail.

Kata Kunci: ekologi, komodo, konservasi, material, struktur

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komodo, *Varanus komodoensis* merupakan kadal terbesar yang endemik di lima pulau di tenggara Indonesia, kelima pulau tersebut antara lain Pulau Komodo, Rinca, Nusa Kode dan Gili Motang. Pulau kelima

terletak di Flores yang terdiri dari tiga cagar alam, yakni Wae Wuul, Wolo Tado dan Riung, masing-masing menampung populasi komodo yang masih ada di pantai barat dan utara. Kelima pulau tersebut merupakan bagian dari Taman Nasional Komodo. Ada kebutuhan vital strategi konservasi berbasis pulau dalam mengelola populasi komodo di wilayah distribusi mereka saat ini, yakni Flores dan pulau-pulau yang berdekatan di dalam batas Taman Nasional Komodo.

Meskipun populasi komodo tersebar di beberapa pulau di bagian tenggara Indonesia, namun jika ditinjau lebih jauh populasi komodo yang tercatat hingga saat ini tergolong hewan yang langka dan tidak terdapat di berbagai daerah, wilayah, bahkan negara lain. Dilansir dari *The Guardian*, karena tekanan manusia, hutan perlahan-lahan ditebang, menghilang dan lebih parahnya lagi sabana terkena kebakaran degradasi yang kian lama semakin memburuk. Hal inilah yang menyebabkan habitat Komodo menjadi semakin sempit. Peneliti Universitas Adelaide, Dr Alice Jones dalam *Journal Ecology and Evolution* mengatakan perubahan iklim juga kemungkinan menyebabkan penurunan tajam dalam, ketersediaan habitat Komodo, sangat mengurangi populasi mereka dalam hitungan dekade. Dan studi memprediksi kepunahan lokal akan terjadi di 3 dari 5 habitat Komodo yang ditemukan saat ini.



Gambar 1.1. Status populasi biawak komodo.
Sumber: *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021.

Berdasarkan data statistik IUCN Red List (*International Union for Conservation of Nature*), biawak Komodo atau *Varanus komodoensis* memindahkan status yang semula “rentan” menjadi “terancam punah” dalam daftar tersebut dan ini merupakan pertama kali dalam 20 tahun terakhir.

Untuk mengantisipasi terjadinya penurunan populasi komodo, maka perlunya melakukan upaya pencegahan dengan menyediakan sarana prasarana untuk menunjang keberlangsungan hidup komodo seperti fasilitas balai konservasi komodo. Balai

konservasi komodo ini nantinya berada di Pulau komodo karena disana merupakan area Taman Nasional Komodo yang memiliki luas pulau terbesar dengan populasi komodo yang tertinggi kedua setelah Pulau Rinca. Alasan Pulau Komodo sebagai target pemilihan tapak karena balai konservasi yang didirikan nantinya akan membantu kinerja kantor pengelola Taman Nasional Komodo, dan kantor pengelola ini hanya terdapat di Pulau Komodo.

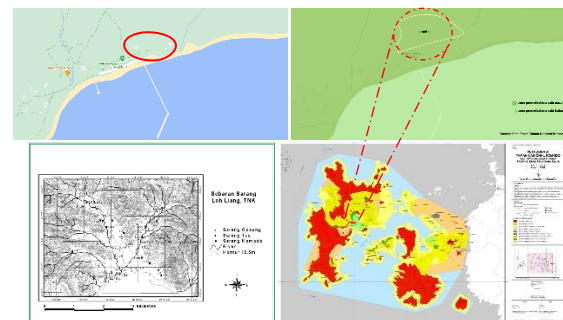
1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam desain proyek ini adalah bagaimana merancang sebuah balai konservasi yang tidak mengganggu mobilitas dari komodo dan mampu bertahan di area peisisir maupun lahan berkontur.

1.3 Tujuan Perancangan

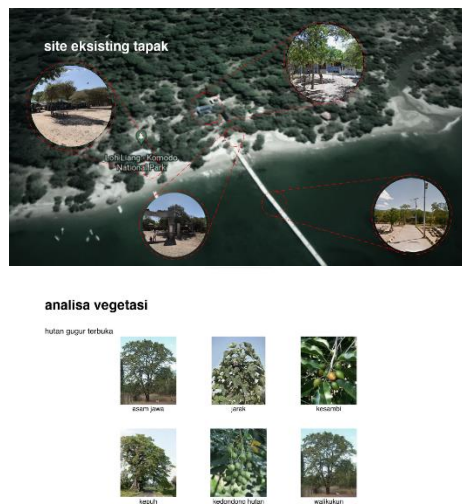
Tujuan perancangan proyek ini adalah merancang Balai Konservasi Komodo di Loh Liang, Kabupaten Manggarai Barat, Pulau Komodo, sebagai fasilitas untuk meneliti jenis, merawat, merehabilitasi, mengkonservasi habitat komodo sehubungan dengan dampak tekanan manusia, penebangan hutan secara perlahan, sehingga terjadi penurunan kualitas hutan sebagai habitat komodo.

1.4 Data & Lokasi Tapak



Gambar 1.2. Lokasi tapak.

Lokasi tapak terletak di Loh Liang, Pulau Komodo yang merupakan area dari Taman Nasional Komodo. Area ini merupakan habitat asli dari komodo & cocok untuk konservasi maupun kontrol karena area tapak terpilih dekat dengan letak sarang komodo.



Gambar 1.3. Lokasi tapak eksisting.

Data Tapak

mengacu pada Segmen Jl.Wae Mata-Perempatan Tugu Jam-Jl.Gabriel Gampur, Kabupaten Manggarai Barat, Labuan Bajo – Status: Jalan Kolektor Sekunder

- LB: maks. 3 lt. tipologi
 - Bangunan landed: Ketinggian bangunan = ± 3 lt. (maks.12m)
 - Tipologi: bangunan deret, tunggal, couple
 - KDB kawasan lindung: maks. 5%
 - KLB: maks. 1 poin
 - KTB: maks.12 m
 - GSB: -
 - GSP: 100 m
 - GSS: 50 m
- (Sumber: RTBL Kawasan Strategis Kota Labuan Bajo)

2. DESAIN BANGUNAN

2.1 Program dan hubungan ruang

Pada area medis terdapat 3 bangunan penting, antara lain:

- Massa Observasi: Pemeriksaan pertama, radiologi, laboratorium, steril alat, gudang.
- Massa Tindakan: Persiapan operasi, operasi, kandang *recovery*, kandang pemeliharaan, steril alat, gudang.
- Massa Pengawetan/ Pemulasaran: *Incenerator*, mayat, pengawetan, steril alat, gudang.

Pada area non-medis terdapat beberapa bangunan, antara lain:

- Massa Musholla: Area sholat, wudhu.

- Massa Kantor Pengelola: Keamanan, cctv, tata usaha, kepala pengelola, sekretaris, ruang kerja administratif, humas.
- Massa Mess Staff Tetap: Penginapan staff tetap, pantry, area santai, janitor
- Massa Mess Staff Tamu: Penginapan staff tamu
- Massa Tempat Makan & Galeri: Tempat makan, peminjaman kursi roda, galeri edukasi-informasi.
- Massa Utilitas: Generator, trafo, MDP, tandon atas, pompa, filter.

2.2 Analisa Tapak & Zoning



Gambar 2.1. Analisa site.

Peletakan, penataan massa bangunan dan ruang luar mempertimbangkan beberapa factor seperti radius jelajah Komodo dan juga kondisi eksisting pohon yang berada pada site, sehingga apa yang terdesain tidak sembarangan dan menimbulkan kerusakan lingkungan dengan skala besar.



Gambar 2.2. Analisa site.

Pembagian zoning pada balai konservasi ini menjadi 2 yakni area medis & non-medis. Pembagian ini dibagi atas dasar beberapa massa yang nantinya perlu dipisahkan karena khusus untuk fokus utama yakni, observasi komodo. Dengan memisahkan area medis dan non-medis maka akan lebih memudahkan staff/ petugas baik dalam hal pengawasan, pemeliharaan maupun penelitian objek utama yang menjadi fokus yakni komodo itu sendiri.

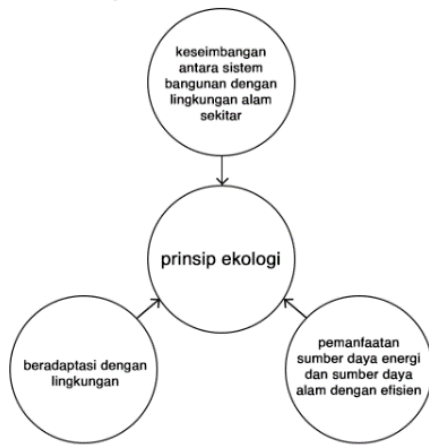
Pada area medis letaknya cenderung lebih dekatkan dengan beberapa titik sarang karena untuk memudahkan pengecekan maupun

pengawasan komodo yang berada di sarang.

2.3 Pendekatan Perancangan

Berdasarkan masalah desain, pendekatan perancangan yang digunakan adalah pendekatan ekologis yang dikemukakan oleh Heinz Frick pada bukunya yang berjudul “*Dasar-dasar Arsitektur Ekologis*”. Dalam buku tersebut dikatakan ada 3 prinsip ekologi yang dimana semua prinsip tersebut sangat membantu dalam proses perancangan bangunan Balai Konservasi Komodo ini.

Teori/ prinsip ekologi ini berperan penting dalam proses desain Balai Konservasi Komodo karena semua teori maupun prinsip tersebut berbicara soal bagaimana ruang/ arsitektur memiliki hubungan timbal balik antara makhluk hidup (komodo) dengan menimbulkan efek seminimum mungkin terhadap kehidupan aslinya.

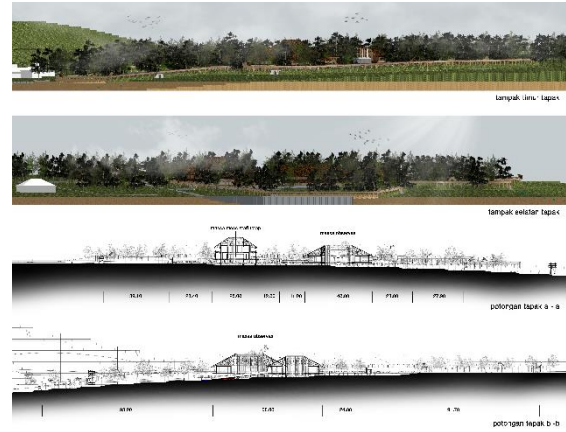


Gambar 2.3. Prinsip ekologi.

2.4 Perancangan Tapak dan Bangunan



Gambar 2.4. Site plan.



Gambar 2.3. Tampak & potongan keseluruhan.

Batas pada tapak ditentukan berdasarkan persimpangan radius jelajah komodo yang sudah dianalisa sebelumnya (lihat gambar 2.1). Persimpangan radius jelajah komodo menandakan sarang mana yang akan dilayani dan diteliti di Balai Konservasi.



Gambar 2.4. Bentuk bangunan.

Bentukan pada tiap massa berupa bentukan dasar lingkaran agar jarak pandang yang didapat maksimal baik dari segi pengawasan, view maupun kontrol observasi. Dari bentukan dasar inilah beberapa massa mengalami transformasi sedemikian rupa seperti yang tertera pada gambar 2.4. dimana ada yang mengalami aditif dengan penambahan level ke atas dan ada juga yang aditif kesamping.

2.5 Konsep Sirkulasi Observasi

Jalur observasi memiliki jalur khusus yang dibedakan dengan jalur pengunjung, dimana komodo dengan berbagai kondisi datang pertama kali menuju jalur observasi yang kemudian masuk kedalam ruang pertolongan pertama pada massa observasi yang kemudian akan ditindak lanjut menuju ke massa tindakan atau massa pengawetan/ pemulasaran.

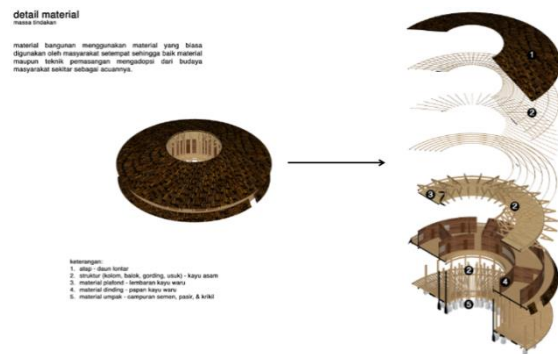


Gambar 2.5. Jalur sirkulasi observasi komodo.

3. PENDALAMAN DESAIN

Pendalaman yang dipilih adalah detail pendalaman material, struktur, dan ekologi yang dimana ketiga pendalaman ini dapat membantu proses desain di tahap selanjutnya.

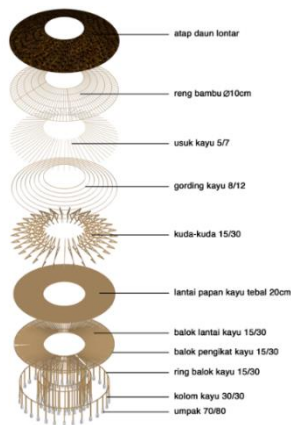
3.1 Material



Gambar 3.1. Detail pendalaman material.

Detail pendalaman yang pertama adalah detail material yang digunakan pada tiap massa bangunan. Pengaplikasian penggunaan material diambil dari material kesetempatan masyarakat Nusa Tenggara Timur dimana material bangunan masih mengandung lokalitas yang cukup kental pada tiap detailnya.

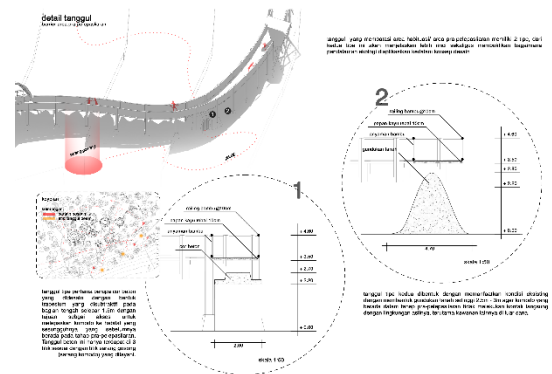
3.2 Struktur



Gambar 4.1. Isometri struktur.

Detail pendalaman yang kedua adalah detail struktur panggung pada tiap massa bangunan. Struktur panggung pada bangunan berfungsi agar tidak membatasi mobilitas dari komodo yang berada di habitatnya, sehingga dengan diaplikasikannya struktur panggung maka komodo tetap dapat bergerak bebas di bawah bangunan tanpa terganggu dengan keberadaan massa-massa yang ada.

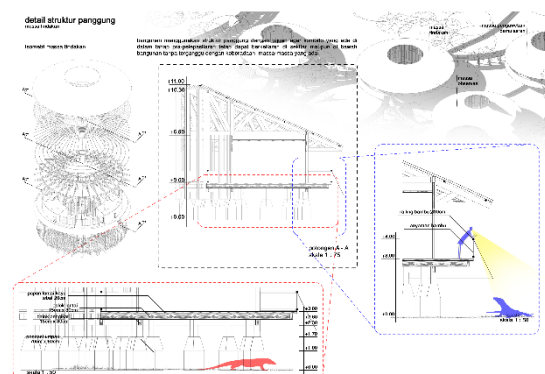
3.3 Ekologi



Gambar 3.3. Detail pendalaman ekologi.

Detail pendalaman yang terakhir adalah detail pendalaman ekologi yang dimana ekologi yang diaplikasikan berupa tanggul yang berfungsi sebagai *barrier* antara area habituasi/pra-pelepasliaran dengan dengan area luar (habitat asli komodo). Tanggul yang aplikasikan ada 2 tipe, yang pertama berupa tanggul beton yang berfungsi sebagai area akses pelepasan komodo ke habitat aslinya dan yang kedua berupa gundukan tanah yang berada tepat di *skywalk*/ batas area habituasi dengan menaikkan gundukan tanah sekitar 2.5m – 3m yang berfungsi sebagai pemisah supaya komodo yang berada di tahap pra-pelepasliaran tidak melakukan kontak langsung dengan lingkungan aslinya (terutama kawasan lainnya diluar sana).

4. SISTEM STRUKTUR



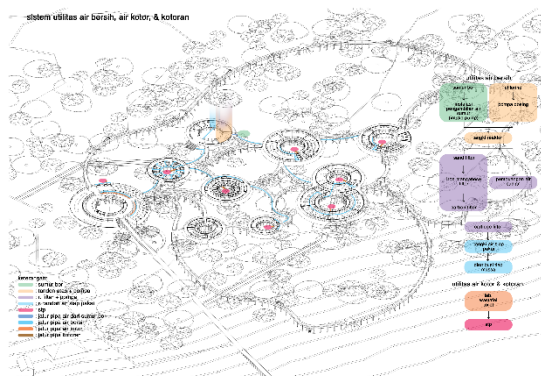
Gambar 3.2. Detail pendalaman struktur.

Sistem struktur pada tiap massa pada dasarnya memiliki prinsip yang sama, yakni dengan menggunakan struktur panggung dengan dimensi kolom 30/30 dan dilengkapi dengan kuda-kuda, gording, usuk, reng pada bagian struktur atapnya. Secara struktural semua massa memiliki konsep kesetempatan yang sama dengan bangunan penduduk yang berada di Nusa Tenggara Timur (kental dengan budaya lokalnya).

5. SISTEM UTILITAS

Terdapat beberapa skema utilitas untuk menjelaskan tahapan/ proses yang ada, antara lain sistem utilitas air bersih, air kotor, & kotoran, sistem utilitas listrik dan limbah bahan berbahaya & beracun, dan sistem utilitas tata udara & tata cahaya.

5.1 Sistem Utilitas Air Bersih, Air Kotor, & Kotoran



Gambar 5.1. Sistem utilitas air bersih, air kotor, & kotoran.

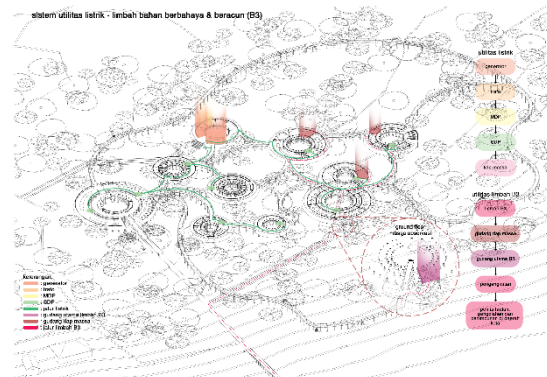
Untuk sistem utilitas air bersih, pengambilan air diambil dari sumur bor yang selanjutnya dipompa lalu di filter hingga bersih kemudian ditampung ke dalam tangki dan air yang sudah bersih dan siap pakai akan didistribusikan ke tiap massa. Sedangkan untuk sistem utilitas air kotor & kotoran pada bangunan akan berakhir pada STP yang ada di tiap massa.

5.2 Sistem Utilitas Listrik & Limbah B3

Sistem utilitas listrik dalam site menggunakan generator yang nantinya akan meneruskan arus listrik menuju trafo, MDP dan kemudian didistribusikan menuju SDP tiap massa.

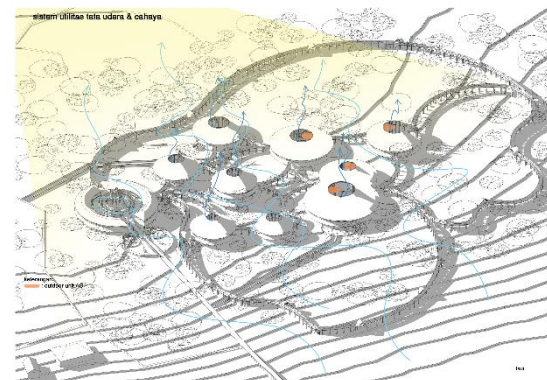
Untuk sistem utilitas limbah B3, limbah B3 yang berada di massa observasi, tindakan, dan pengawetan/ pemulasaran akan disimpan di dalam gudang tiap massa terlebih dahulu. Setelah terkumpul dan tersimpan, limbah B3 akan dibawa/ dialihkan menuju gudang utama limbah B3 yang

berada pada *ground floor* massa observasi. Setelah semuanya terkumpul, semua limbah B3 akan diangkat menuju dermaga untuk di olah, timbun, maupun dimanfaatkan di daerah kota.



Gambar 5.2. Sistem utilitas listrik & limbah B3.

5.3 Sistem Utilitas Tata Udara & Tata Cahaya



Gambar 5.2. Sistem utilitas tata udara & tata cahaya.

Sistem utilitas tata udara pada bangunan menggunakan 2 macam, ada penghawaan pasif dan aktif. Penghawaan pasif digunakan pada ruang-ruang yang steril seperti laboratorium, pertolongan pertama, radiologi, persiapan operasi, operasi, dll dengan menempatkan outdoor unit AC pada area substraktif di bagian tengah bangunan. Untuk penghawaan aktif digunakan untuk ruang publik maupun sirkulasi seperti tempat makan, galeri edukasi-informasi, area kerja (kepala pengelola, sekretaris, tata usaha, humas, ruang kerja administratif), koridor sirkulasi, dll.

Sistem Utilitas tata cahaya pada tiap massa memanfaatkan area substraktif di bagian tengah bangunan sebagai pencahayaan aktif supaya penerangan dalam ruangan dapat maksimal tanpa adanya penggunaan listrik dan dapat menghemat penggunaan listrik pada bangunan. Desain bangunan pada bagian luar dilengkapi dengan *fasad kaca/ akrilik* supaya cahaya yang masuk dapat maksimal.

6. KESIMPULAN

Melalui Balai Konservasi Komodo di Loh Liang, Pulau Komodo ini harapannya dapat membantu dan memudahkan penanganan maupun pelestarian populasi komodo khususnya di area Pulau Komodo. Dengan adanya jalur penanganan khusus/ jalur observasi yang sudah didesain sedemikian rupa, harapannya dalam proses penindaklanjutan komodo bisa lebih runtut, terperinci dan tepat sasaran dalam penanganannya (alur massa observasi – massa tindakan – massa pengawetan/ pemulasaran). Fasilitas ini juga diharapkan dapat menjadi tempat pembelajaran satwa komodo (melalui galeri edukasi) maupun menjadi salah satu referensi desain dari bangunan konservasi.

Diharapkan pembaca mendapatkan pemahaman dan sudut pandang baru mengenai perancangan Balai Konservasi Komodo di Loh Liang, Pulau Komodo. Akhir kata, mohon maaf bila terdapat kekurangan baik dalam desain, pengumpulan data, maupun penulisan dalam laporan perancangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H. S. 2002. Pengelolaan satwaliar jilid I. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Amna, L., Iswati, T. Y., & Singgih, E. P. (2017). Penerapan arsitektur ekologi dalam perancangan pusat penelitian agrikultur di Kabupaten Sragen. *ARSITEKTURA*, 15(2), 491-499.
- Arch Daily. (n.d.) Arch Daily. Retrieved Oktober 9, 2021 from https://www.archdaily.com/927643/panda-house-big?ad_medium=gallery
- Balai konservasi sumber daya alam Bali. (2019). Lembaga Konservasi. <https://www.ksda-bali.go.id/perijinan/tumbuhan-dan-satwaliar/lembaga-konservasi/>
- Biosains, A. 2019. Unit laboratorium ekologi. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry. Aceh.
- Chrisnesa, J. S. (2017). Gedung resepsi pernikahan paripurna dengan pendekatan arsitektur ekologis di Yogyakarta (Doctoral dissertation, UAJY).
- Erdmann, A. M. 2004. Panduan sejarah ekologi Taman Nasional Komodo. The Nature Conservancy.
- Fahrudin. 1998. Pendugaan parameter demografi populasi komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) di Pulau Komodo Taman Nasional Komodo Nusa Tenggara Timur. [skripsi]. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Gaskin, Annemarie. (2020, September 23). Unique komodo dragons under threat by climate change. The University of Adelaide. <https://blogs.adelaide.edu.au/environment/2020/09/23/unique-komodo-dragons-under-threat-by-climate-change/>
- Jessop, T. S., Sumner, J., Rudiharto, H., Purwandana, D., Imansyah, M. J., & Phillips, J. A. (2003). Studi distribusi, penggunaan dan pemilihan tipe sarang oleh biawak komodo: implikasi untuk konservasi dan manajemen. Zoological Society of Sandiego The Nature Conservancy. Komodo National Park.
- Jessop, T., Ariefiandy, A., Azmi, M., Ciofi, C., Imansyah, J. & Purwandana, D. 2021. *Varanus komodoensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22884A123633058.
- Kanisius. (2016). Operasionalisasi Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH): langkah awal menuju kemandirian.
- Kementerian Agraria dan Tata Ruang Republik Indonesia. (2017). Kriteria pengklasifikasian zona lindung dan budidaya. <https://tataruang.atrbpn.go.id/sitarunas/dokumen/dokumendownload?id=238>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Sinpasdok KPH+. <http://kph.menlhk.go.id/sinpasdok/pages/detail/7532011>
- Komodo Survival Program. (2015). The untold things of komodo dragon. Retrieved from <https://komododragon.org/>
- Konsevasi Sumber Daya Alam Ekosistem. (2020). Profil Taman Nasional Komodo. Retrieved from <http://ksdae.menlhk.go.id/tn/field/komodo/#informasi>
- Muslich, M., & Priyono, A. (2005). Penyebaran dan karakteristik sarang berbiak komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) di Loh Liang Pulau Komodo Taman Nasional Komodo Nusa Tenggara Timur. *Media Konservasi*, 10(1).
- Neufert, Ernst. 2002. Data Arsitek Jilid 1. Jakarta: ERLANGGA.
- Neufert, Ernst. 2002. Data Arsitek Jilid 2. Jakarta: ERLANGGA.

- Peraturan Direktur Jendral Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Nomor: P.3/KSDAE/SET/KSA.1/7/2016. (2016). Petunjuk teknis operasional kesatuan pengelolaan hutan konservasi. <http://pika.ksdae.menlhk.go.id/assets/pdf/P.3%20Petunjuk%20Teknis%20Operasional%20KP%20HK.pdf>
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.31/Menhut-II/2012. (2012). Lembaga Konservasi. http://Ksdae.Menlhk.Go.Id/Assets/News/Peraturan/P.31_Menhut_II_2012_Lembagakonservasi_.Pdf.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.43/Menhut-II/2013. (2013). Penataan batas areal kerja izin pemanfaatan hutan, persetujuan prinsip penggunaan kawasan hutan, persetujuan prinsip pelepasan kawasan hutan dan pengelolaan kawasan hutan pada kesatuan pengelolaan hutan dan kawasan hutan dengan tujuan khusus. <http://apki.net/wp-content/uploads/2012/05/Permenhut-No-43-Tahun-20131.pdf>
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.23/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2020. (2020). Laboratorium lingkungan. <https://www.google.com/search?q=peraturan+menteri+lingkungan+hidup+dan+kehutanan+republik+indonesia+nomor+p.23%2Fmenlhk%2Fsetjen%2Fkum.1%2F10%2F2020+tentang+laboratorium+lingkungan&oq=&aqs=chrome.69i59i45018.1606974355j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Purba, Padmaseputra. (2008). Studi perilaku harian biawak komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) pada berbagai kelas umur di Pulau Rinca, Taman Nasional Komodo. (Dissertation, Bogor Agricultural University). <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/50280>
- Purwadita, Adetya. 2021. Balai konservasi dan rehabilitasi orang utan di Taman Nasional Kutai. [Skripsi]. Program Studi Arsitektur Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan (RTBL). (2018). Kawasan strategis perkotaan Labuan Bajo. https://sippa.ciptakarya.pu.go.id/sippa_online/ws_file/dokumen_usulan/rtbl/Kawasan_Strategis_Kota_Labuan_Bajo.pdf
- Ringkasan eksekutif beberapa kunci hasil penelitian pada biawak komodo di Balai Taman Nasional Komodo, Indonesia. (2002-2006). Balai Taman Nasional Komodo Zoological Society of San Diego The Nature Conservancy. <https://docplayer.info/45270393-Ringkasan-eksekutif-beberapa-kunci-hasil-penelitian-pada-biawak-komodo-di-balai-taman-nasional-komodo-indonesia.html#>
- Santosa, Y., Muhammad, R. Y. Z., & Rahman, D. A. (2012). Pendugaan parameter demografi dan bentuk sebaran spasial biawak komodo di Pulau Rinca, Taman Nasional Komodo. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 17(2), 126-131.
- Septian, Reza. (2019, Januari 27). Satwa rumahan, komodo tidak ingin hidup selain di Indonesia. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2019/01/27/satwa-rumahan-komodo-tidak-ingin-hidup-selain-di-indonesia/>
- Slezak, Michael. (2017, Januari 31). More than 100 natural world heritage sites degraded by human activity, says report. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2017/jan/31/more-than-100-natural-world-heritage-sites-degraded-by-human-activity-says-report>
- Steadman, Philip. (1979). *The evolution of design: biological analogy in architecture and applied arts*. United Kingdom: Routledge.
- Sumartiningtyas, Holy K. N. (2021, September 7). Komodo terancam punah karena perubahan iklim, ini penjelasan peneliti LIPI. *Kompas*, 7.
- Sunanto. 1998. Studi interaksi antara komodo (*Varanus komodoensis* Ouwens, 1912) dengan burung gosong (*Megapodius freycinet* Gaimard, 1823) Di Pulau Komodo Taman Nasional Komodo Nusa Tenggara Timur. [Skripsi]. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Tarumingkeng, R. C. 1994. *Dinamika populasi: kajian ekologi kuantitatif*. Pustaka Sinar Harapan bekerjasama dengan Universitas Kristen Krida Wacana. Jakarta.
- Tsui, Eugene. (1999). *Evolutionary architecture: nature as a basis for design*, New Jersey: Wiley.
- Verhallen, EV. 2006. *The complete encyclopedia of wild animals*. Rebo International Publishers. Netherlands.
- Zari, Maibritt Pedersen. (2018). *Regenerative urban design and ecosystem biomimicry*. New York: Routledge.