

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

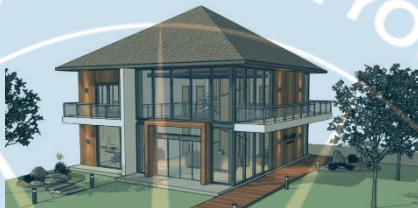
Dengan melakukan identifikasi indikator keberlanjutan South Australian Tourism Commission (SATC), analisis studi kasus, uji validasi, serta pembobotan melalui AHP, penelitian ini menghasilkan modul mikro-intervensi arsitektur sebagai strategi desain berkelanjutan pada kawasan wisata. Modul disusun sebagai panduan desain yang menerjemahkan indikator keberlanjutan ke dalam strategi mikro-intervensi yang aplikatif dan kontekstual terhadap kondisi tapak. Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan fasilitas wisata berpotensi merusak hidrologi, tanah, dan vegetasi setempat akibat penggunaan energi, material, serta air yang berlebihan dan pengelolaan limbah yang buruk. Oleh karena itu, pendekatan mikro-intervensi diterapkan untuk meminimalkan perubahan terhadap kondisi alami tapak melalui strategi desain yang berskala kecil (pada bangunan) secara adaptif dan memperhatikan ekosistem. Modul ini dibuat sebagai respon terhadap dampak yang sudah diidentifikasi sebelumnya.

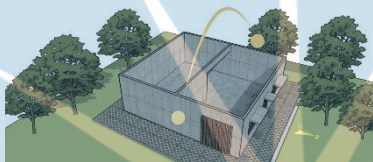
Tabel 5.1 Modul Mikro-Intervensi

Isu	Strategi Mikro-Intervensi	Kriteria	Bobot
Hidrologi	Luasan lahan tertutup bangunan harus dikompensasi melalui penyediaan area resapan dalam bentuk lain, seperti sumur resapan, permukaan permeabel, atau sejumlah pohon yang memiliki kapasitas menyerap air yang sama. Menggunakan sistem rumah panggung juga dapat mengurangi risiko banjir tanpa mengurangi area resapan.	Untuk kompensasi 1 m ² lahan terbangun, diperlukan 1 pohon berukuran sedang dengan kriteria diameter kanopi sekitar 3-5 m dan tinggi sekitar 4-10 m. Jenis yang dianjurkan adalah: Trembesi, Angsana, Ketapang, Mahoni, atau pohon tropis dengan kanopi lebar. Apabila menggunakan strategi sumur resapan, dapat dengan menghitung volume andil banjir.	27,7%
	Limpasan air hujan dapat dikendalikan dengan pembuatan saluran drainase (baik <i>roof drain</i> , <i>gutter</i> , <i>downspout</i> , ataupun <i>storm drain</i>). Pada akhirnya semua saluran air ini harus dikembalikan ke tanah, termasuk dengan bantuan sumur resapan.	Volume sumur resapan menyesuaikan hasil perhitungan dari volume air hujan yang tertampung, dipengaruhi oleh jumlah talang air, luas atap penampung, dan juga intensitas hujan.	

	<i>Blackwater</i> dan <i>greywater</i> harus diolah dan dipastikan kontaminan yang dikembalikan ke tanah tidak berbahaya ataupun melebihi standar lingkungan, seperti dengan penggunaan <i>septic tank</i> yang kedap air, <i>biofilter</i>, dan sistem IPAL yang dapat mengurai kandungan organik.	Kadar maksimum kandungan pada limbah yang dibuang kembali ke lingkungan adalah: -pH: 6-9 -BOD: 30 mg/L -COD: 100 mg/L -TSS: 30 mg/L -Minyak dan lemak: 5 mg/L -Amonia: 10 mg/L -Total Coliform: 3000/100mL -Debit: 100/L/orang/hari	
	Setiap intervensi yang mengurangi area permeabel harus dikompensasi dengan kapasitas infiltrasi yang setara, sehingga total infiltrasi pasca intervensi sama dengan kondisi alami sebelum intervensi. Dapat dilakukan dengan penambahan sistem resapan, pipa pertanian, atau penyimpanan air.	Setiap peningkatan 1 m² area kedap harus dikompensasi dengan kapasitas infiltrasi yang setara dengan debit air yang bisa diserap tanah.	
	  (a) (b) Gambar 5.1 Implementasi Strategi Isu Hidrologi: (a) Kompensasi lahan terbangun dengan pohon dan penerapan rumah panggung; (b) Penerapan <i>roof drain</i>, <i>downspout</i>, <i>storm drain</i> dan penggunaan <i>permeable paving</i> Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026		
Tanah	Luasan tanah yang tertutup bangunan dikompensasi melalui area resapan seperti permukaan permeabel, sumur resapan, atau vegetasi, termasuk penggunaan <i>wood deck</i> pada jalur sirkulasi untuk menjaga daya resap air dan meminimalkan perubahan tanah akibat aktivitas pengunjung.	Untuk kompensasi 1 m² lahan terbangun, diperlukan 1 pohon berukuran sedang dengan kriteria diameter kanopi sekitar 3-5 m dan tinggi sekitar 4-10 m. Jenis yang dianjurkan adalah: Trembesi, Angsana, Ketapang, Mahoni, atau pohon tropis dengan kanopi lebar. Apabila menggunakan strategi sumur resapan, dapat dengan menghitung volume andil banjir.	18,6%

	Pengurangan penggalian tanah dilakukan dengan menyesuaikan desain terhadap kontur alami melalui penempatan bangunan pada area datar atau area yang sudah terbangun sebelumnya, penggunaan struktur rumah panggung, pondasi minim galian, serta penerapan <i>cut and fill</i> dan tanggul batu kali secara terkendali untuk menjaga kestabilan lahan.	Penerapan <i>cut and fill</i> serta pemilihan jenis pondasi dilakukan secara terbatas dan sesuai kondisi tanah melalui penilaian ahli geoteknik dan sipil untuk meminimalkan dampak lingkungan dan menjaga kestabilan struktur. Pondasi sumuran untuk gedung terbukti lebih unggul dalam dampaknya terhadap lingkungan. Untuk bangunan yang lebih ringan dapat menggunakan pondasi batu kali atau footplat sesuai kondisi tanah.	
	Pengurangan penutupan permukaan tanah dilakukan dengan penggunaan material permeabel seperti <i>permeable paving</i>, <i>wood deck</i>, kerikil, dan <i>softscape</i>, serta peninggian jalur intensif menggunakan boardwalk untuk menjaga daya resap tanah.	Pilihlah <i>permeable paving block</i> yang angka/koeffisien limpasannya lebih kecil atau sama dengan tanah tapak setempat tanpa tutupan. Sebagai contoh, pada penelitian yang menggunakan jenis tanah lempung kepasiran, ditemukan bahwa penggunaan <i>paving block</i> persegi dengan 9 lubang memiliki nilai koeffisien limpasan permukaan (0,37-0,41) lebih kecil dari koeffisien tanah tanpa tutupan (0,39-0,44).	
	   (a) (b) (c) Gambar 5.2 Implementasi Strategi Isu Tanah (a) Penggunaan <i>wood deck</i> dan <i>paving block</i> 9 lubang; (b) Penerapan material permeabel berupa kerikil; (c) <i>Paving block</i> 9 lubang Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026		
Vegetasi	Pemilihan vegetasi lokal untuk menjaga ekosistem setempat dan bahkan dapat turut diintegrasikan sebagai bagian dari atraksi/elemen wisata.	Tanaman lokal yang digunakan harus mencapai 60% dan berasal dari lokasi sekitar proyek dengan jarak maksimal 1000 km.	15,7%

	Perlindungan akar vegetasi dilakukan melalui penggunaan <i>root barrier</i>, pemilihan spesies non-agresif, pengaturan jarak tanam, serta penempatan utilitas dan bangunan yang mengikuti area perkerasan atau struktur bangunan untuk meminimalkan gangguan terhadap sistem akar.	Jarak aman penanaman vegetasi dari bangunan untuk mencegah rusaknya struktur dan utilitas bangunan akibat aktivitas akar adalah sebagai berikut: -Pohon besar (tinggi >15 m): 12-18 meter. -Pohon sedang (tinggi 10-15 m): 8-12 meter. -Pohon kecil (tinggi <10 m): 6-8 meter.	
	 Gambar 5.3 Implementasi Strategi Isu Vegetasi: Jarak aman penanaman pohon dari bangunan Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026		
Energi	Optimalisasi desain pasif dilakukan melalui pengaturan orientasi bangunan, rasio dan arah bukaan sesuai kondisi angin, penggunaan elemen <i>shading</i>, serta penerapan ruang <i>semi-outdoor</i> dan material alami seperti kayu dan bambu untuk memaksimalkan ventilasi, pencahayaan alami, kenyamanan termal, dan efisiensi energi.	Besaran rasio bukaan minimal sebesar 5% terhadap luas lantai yang membutuhkan ventilasi. Apabila ventilasi diambil dari ruang sebelah maka bukaan (jendela, pintu, dan lainnya) tidak boleh kurang dari 10% terhadap luas lantai dari ruang yang akan diventilasi, diukur tidak lebih dari 3,6 meter diatas lantai. Adapun luas bukaan disesuaikan dengan kondisi angin setempat. Selain itu, bantuan elemen peneduh pada bukaan dapat membantu mencapai nilai OTTV tidak melebihi 35 W/m². Adapun bukaan paling optimal apabila menghadap ke arah utara dan selatan, dan ke arah timur dengan bantuan <i>shading</i>.	12,5%
	Optimalisasi insulasi pada dinding, atap, dan lantai dilakukan untuk mengurangi kebutuhan energi pendinginan melalui penerapan material dan desain selubung bangunan yang sesuai iklim tropis.	Perancangan dinding, atap, dan lantai yang memiliki tingkat insulasi sesuai kebutuhan di iklim tropis yang dapat terlihat pada nilai OTTV dan RTTV tidak lebih dari 35 W/m².	

	Pemanfaatan energi surya melalui solar panel diterapkan untuk mendukung efisiensi energi dengan target penghematan minimal 25% dari konsumsi energi bangunan.	Penggunaan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)/panel surya pada atap sebesar minimal 20% dari luas atap.	
	Efisiensi energi dilakukan melalui pemanfaatan pencahayaan alami, penggunaan lampu dan sistem HVAC berstandar efisien, serta pengendalian konsumsi energi bangunan agar tetap sesuai standar IKE.	Efisiensi energi bangunan dilakukan dengan mengendalikan konsumsi energi sesuai standar IKE, menggunakan lampu dengan rasio efisiensi luminer (LOR) $\geq 60\%$, serta menerapkan sistem HVAC dengan nilai efisiensi/COP sesuai SNI 03-6390-2000 Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung.	
	 (a) (b) Gambar 5.4 Implementasi Strategi Isu Energi: (a) Penerapan bukaan, jenis <i>shading</i>, dan orientasi bukaan; (b) Penggunaan panel surya Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026		
Material	Pemilihan material tahan iklim tropis dilakukan melalui penggunaan baja ringan, kayu lokal atau daur ulang, serta finishing non-toxic dengan nilai <i>U-Value</i> rendah untuk meningkatkan ketahanan dan efisiensi termal bangunan.	Nilai <i>U-Value</i> material harus lebih rendah agar hasil perhitungan OTTV tidak melebihi 35 W/m².	10,9%
	Penggunaan material lokal diprioritaskan untuk mengurangi dampak transportasi sekaligus mendukung kesesuaian konstruksi dengan konteks setempat, seperti bambu dan kayu lokal.	Material lokal adalah bahan yang tersedia di sekitar lokasi proyek (maksimal 1000 km), yang setelah melalui proses pengolahan memenuhi standar tertentu, dan dapat berasal dari sumber alam, limbah non-B3, maupun material hasil daur ulang.	

	Pengurangan limbah material dilakukan melalui penerapan modul <i>grid</i> standar, penggunaan material prefabrikasi sesuai kebutuhan, desain sederhana dan mudah dibongkar, pemanfaatan kembali material lokal atau eksisting, serta penggunaan struktur semi-permanen yang efisien dan mudah dipelihara.	Angka material terbuang dari material yang datang ke lapangan tidak lebih dari 5% untuk bisa dinyatakan efisien.	
	Penggunaan material bekas dilakukan melalui pemanfaatan kembali komponen bangunan eksisting dan material daur ulang yang diintegrasikan ke dalam pembangunan baru.	Memanfaatkan kembali material bekas (baik dari bangunan lama maupun sumber lain) yang mencakup elemen struktur, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding, dengan proporsi minimal 20% dari total biaya material.	
	 Gambar 5.5 Implementasi Strategi Isu Material: Persentase material terpakai dan terbuang Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026		
Air	Pengelolaan limbah dilakukan melalui pemisahan <i>greywater</i> dan <i>blackwater</i>, pengolahan air daur ulang dengan teknologi filtrasi, RO, atau MBR untuk kebutuhan <i>non-potable</i>, serta penerapan pengolahan limbah berbasis EM guna mengurangi pencemaran lingkungan.	Minimal sebesar 30% air limbah perlu didaur ulang untuk keperluan <i>non-potable</i>. Air yang dapat didaur ulang adalah seperti dari wastafel, wudhu, shower, air kolam, dan lainnya.	9,2%
	Penggunaan alat sanitasi yang hemat air dan efisien.	Penggunaan peralatan sanitasi sebanyak 50%-75% dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum menurut GBCI.	
	Pemanfaatan air hujan dan sumber air eksisting dilakukan melalui penampungan, pengolahan, dan revitalisasi jalur air untuk memenuhi kebutuhan <i>non-potable</i> maupun kebutuhan domestik tertentu.	Air hujan dapat memenuhi kebutuhan air baku hingga 70% atau lebih, tergantung curah hujan dan tangki penyimpanan air hujan. Volume tangki penampung menyesuaikan angka kebutuhan pengguna aktif suatu bangunan dan evapotranspirasi tanaman.	

	 Gambar 5.6 Implementasi Strategi Isu Air: Penyediaan tangki penampung air hujan, fasilitas <i>greywater</i>, dan pemanfaatan air daur ulang untuk irigasi Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026	
Limbah	Menerapkan sistem pengolahan air limbah dengan teknologi seperti <i>biofilter</i>, <i>activated sludge</i>, <i>extended aeration</i>, MBBR (<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i>), MBR (<i>Membrane Bioreactor</i>), atau lainnya. Sampah padat harus mengalami pengurangan volume sebelum dibuang ke TPA atau beberapa limbah organik dapat diolah menjadi pupuk dengan sistem EM.	Angka efisiensi <i>removal</i> untuk limbah cair mampu mencapai kategori efisien atau sangat efisien, yaitu lebih besar dari 60%. Sedangkan, untuk limbah padat dapat menggunakan insinerator yang pembakaran sampah dalam ruang tertutup dengan suhu tinggi, dan dapat menekan volume sampah secara signifikan hingga 90% dan mengurangi emisi berbahaya dibanding pembakaran terbuka.
	Perancangan ruang penyimpanan limbah disesuaikan dengan kapasitas, jenis limbah, sirkulasi operasional, serta persyaratan keselamatan seperti ventilasi yang memadai.	Ruang penyimpanan limbah dirancang dengan sirkulasi operasional minimal 30%, akses alat angkut yang memadai, pemisahan limbah B3 dan non-B3, serta memenuhi standar keselamatan melalui ventilasi (minimal 10% dari luas permukaan lantai), pencahayaan (minimal 100 lux), lantai kedap air, drainase penampung, kemiringan lantai terkendali, dan jarak minimal 50 m dari fasilitas umum.
	 Gambar 5.7 Implementasi Strategi Isu Limbah: Penyediaan ruang penampungan sementara untuk sampah Sumber: Dokumentasi Penulis (diolah menggunakan SketchUp dan Gemini AI), 2026	5,3%

Sumber: Rumusan Penulis, 2025

Strategi yang diusulkan difokuskan pada upaya meminimalkan intervensi terhadap sistem alami, seperti melalui pengelolaan air yang lebih berkelanjutan dan tidak berdampak buruk bagi lingkungan setempat, pengurangan gangguan terhadap kontur alami tanah, serta pemanfaatan vegetasi sebagai bagian dari penyeimbang sistem ekologis. Pengujian validitas terhadap beberapa studi kasus menunjukkan bahwa pendekatan pasif yang selaras dengan kondisi tapak cenderung lebih konsisten diterapkan, sementara strategi yang bersifat aktif, seperti pengolahan air dan limbah, masih belum optimal. Di sisi lain, ditemukan bahwa tidak semua upaya dapat diukur secara kuantitatif, namun tetap memberikan kontribusi yang signifikan melalui pendekatan kualitatif, seperti pada strategi kompensasi luas permukaan resapan dengan sejumlah pohon tertentu yang ternyata dapat dibantu dengan strategi lain berupa desain lanskap terdiri atas kombinasi ukuran kanopi pohon. Hal ini menunjukkan bahwa pencapaian kinerja lingkungan dalam arsitektur tidak selalu bergantung pada parameter terukur saja, melainkan juga pada sensitivitas desain terhadap konteks (kontekstual).

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode AHP, diperoleh bahwa isu hidrologi memiliki bobot prioritas tertinggi sebesar 27,7%, diikuti oleh isu tanah sebesar 18,6% dan vegetasi sebesar 15,7%. Sementara itu, isu energi memiliki bobot 12,5%, material 10,9%, air 9,2%, dan limbah berada pada prioritas terendah dengan bobot 5,3%. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam konteks tapak yang dikaji, aspek yang berkaitan dengan hidrologi pada lanskap alami menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Sehingga dalam perencanaan bangunan pariwisata dapat dimulai dari isu hidrologi dan didukung oleh isu lainnya sesuai urutan bobot. Meskipun begitu, tetap lebih baik seluruh perancangan menerapkan strategi mikro-intervensi dari seluruh bobot. Nilai *consistency ratio* yang berada di bawah ambang batas, yaitu sebesar 7%, menunjukkan bahwa penilaian AHP yang dilakukan bersifat konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan. Dengan demikian, hasil pembobotan ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penerapan strategi desain pada kasus lainnya, tidak terpaku pada keempat kasus studi pada penelitian ini.

Selain itu, ditemukan bahwa setiap isu tidak dapat berdiri sendiri untuk menuju konsep mikro-intervensi arsitektur yang ramah terhadap lingkungan, hal ini juga sejalan dengan hasil AHP yang meskipun tiap isu memiliki prioritas tersendiri, namun alasan dari para ahli (responden) menunjukkan adanya aspek holistik. Oleh karena itu, pendekatan mikro-intervensi dalam arsitektur tidak dapat dipahami sebagai kumpulan strategi yang berdiri sendiri, melainkan sebagai sistem yang saling terhubung dan saling memengaruhi. Bangunan wisata juga tentunya berbeda dengan bangunan lain seperti rumah tinggal atau kantor yang kapasitas tampungan pengunjung lebih stabil, di mana akan ada lonjakan drastis pengunjung pada musim liburan (*peak season*), oleh karena itu strategi yang ada harus mampu menahan beban fluktuatif sekaligus melindungi

ekosistem setempat. Adapun isu yang paling berpengaruh untuk menghadapi situasi ini adalah isu limbah, kebutuhan air, dan energi. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil dari pembobotan prioritas di mana isu limbah berada di urutan terakhir. Kontradiksi ini dapat dipahami sebagai dampak dari perbedaan kepentingan fase perencanaan pembangunan awal dan fase operasional harian. Strategi pada isu hidrologi harus lebih dulu diwujudkan pada saat pembangunan karena memiliki dampak yang sulit untuk dipulihkan kembali, sedangkan isu limbah dampaknya akan muncul beriringan dengan fluktuasi pengunjung. Dengan demikian, seluruh strategi dari setiap isu perlu diperhatikan secara menyeluruh dan dilaksanakan pada fase yang sesuai agar berdampak secara positif dan maksimal terhadap lingkungan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar proses perancangan arsitektur tidak hanya berfokus pada pemenuhan indikator yang bersifat terukur, tetapi juga lebih peka terhadap pendekatan kualitatif yang berangkat dari pemahaman mendalam terhadap karakter tapak dan hubungannya dengan lingkungan. Dalam hal ini, pendekatan kualitatif deskriptif yang didukung oleh metode kuantitatif terbukti mampu memberikan keseimbangan antara pemaknaan kontekstual dan pengukuran yang lebih objektif. Oleh karena itu, pendekatan mikro-intervensi perlu dipahami sebagai strategi yang fleksibel dan tidak terpaku pada satu solusi tunggal, melainkan membuka kemungkinan kombinasi berbagai respon desain yang saling melengkapi. Selain itu, integrasi antar isu lingkungan, seperti hidrologi, tanah, dan lainnya, perlu dipertimbangkan secara menyeluruh mengingat keterkaitan antar aspek tersebut dalam membentuk kinerja lingkungan secara keseluruhan. Untuk pengembangan selanjutnya, penelitian dapat diarahkan pada penguatan metode evaluasi yang mampu menjembatani aspek kualitatif dan kuantitatif secara lebih komprehensif, sehingga strategi desain yang dihasilkan tidak hanya terukur, tetapi juga tetap sensitif terhadap konteks dan dinamika alam yang ada. Selain itu, modul ini juga dapat diterapkan pada kasus studi dengan tipologi yang berbeda dari keempat kasus studi yang diangkat dan dikembangkan sesuai kebutuhan tapak.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (t.t.). *FAO irrigation and Drainage Paper No. 56 Crop Evapotranspiration*.
- Analytic Hierarchy Process*. (t.t.). Diakses pada 24 April, 2026, dari <https://www.scbuk.com/ahp.html>
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung. Dalam *SNI 03-6572-2001*. <https://www.endlessafe.com/wp-content/uploads/2022/03/SNI-03-6572-2001.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2020a). Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Dalam *SNI 6389:2020*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020b). *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. BSN. <https://www.bsn.go.id>
- Bahunta, L., & Wasposito, R. S. B. (2019). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor. Dalam *JSIL JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN*.
- BUPATI SLEMAN. (2011). PERATURAN BUPATI SLEMAN NOMOR 20 TAHUN 2011 TENTANG KAWASAN RAWAN BENCANA GUNUNGAPI MERAPI. Dalam *PERATURAN BUPATI KABUPATEN SLEMAN*.
- BUPATI SLEMAN. (2021). PERATURAN DAERAH KABUPATEN SLEMAN NOMOR 13 TAHUN 2021 TENTANG RENCANA TATA RUANG WILAYAH KABUPATEN SLEMAN TAHUN 2021-2041. Dalam *PERATURAN DAERAH KABUPATEN SLEMAN*.
- Butarbutar, R. & Soemarno. (2013). Environmental effects of ecotourism in Indonesia. Dalam *Journal of Indonesian Tourism and Development Studies: Vol.1* (Issue No.3, pp. 97–98).
- Casprini, D., Oppio, A., Di Tommaso, A., Datola, G., Dell'Ovo, M., Torrieri, F., & Rossitti, M. (2025). The impact of urban acupuncture: Adopting a social innovation lens to assess the value of localized urban intervention. *Cities*, 169, 106502. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106502>
- Dewi, W. M. R., Budiman, H., Fasya, N. S., & Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia. (2024). KAJIAN PLACEMAKING REKREASI RUANG PUBLIK PADA WISATA LEDOK SAMBI YOGYAKARTA. Dalam *Seminar Karya & Pameran Arsitektur Indonesia 2024* (pp. 459–461).

- Djulianto. (2022). *Governance dalam pengelolaan Desa Wisata Sambi di Dusun Sambi, Pakembinangun, Pakem, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Sekolah Tinggi Pembangunan Masyarakat Desa “APMD” Yogyakarta.
- Edtri, D. P., Nurfarinah, M. A., Utomo, E. C., Atmaja, M. D. T., Pari, H. A., Azaliyah, S. H., Safitri, I., Ningtyas, N. H., & Hafizah, I. (2025). BASMI: Inovasi Pengelolaan Sampah Berbasis Insinerator Sederhana dan Ember Maggot untuk Desa Babakan Sadeng, Bogor. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, 7(2), 233–240. <https://doi.org/10.29244/jpim.7.2.233-240>
- Enia, M., & Martella, F. (2019). Reducing architecture: Doing almost nothing as a city-making strategy in 21st century architecture. *Frontiers of Architectural Research*, 8(2), 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.01.006>
- Fauzi. (2024, December 18). *Studi Traveloka Ungkap Pergeseran Tren Pariwisata di Asia Pasifik*. ItWorks. <https://www.itworks.id/71343/studi-traveloka-ungkap-pergeseran-tren-pariwisata-di-asia-pasifik.html#:~:text=Meningkatnya%20platform%20perjalanan%20digital,yang%20kuat%20di%20Tanah%20Air.>
- Ferdinan, Y., Makmur, M., & Ribawanto, H. (2011). PENGEMBANGAN WISATA ALAM BERBASIS EKOWISATA DALAM PERSPEKTIF PELAYANAN PUBLIK. Dalam *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*.
- Geraldi, L. A., & Sulistio, H. (2020). STUDI ANALISIS PERSENTASE WASTE BESI BETON DAN FAKTOR PENYEBABNYA PADA BANGUNAN BERTINGKAT RENDAH DI JAKARTA. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(1), 167–174.
- Global Growth Insights. (2025, 10 September). *Ecotourism market*. Diakses pada 25 September, 2025, dari <https://www.globalgrowthinsights.com/market-reports/ecotourism-market-110226#:~:text=The%20Global%20Ecotourism%20Market%20size,USD%203158451%20Million%20by%202033>
- Global Sustainable Tourism Council (2025, July 9). GSTC. Diakses pada 2 Oktober, 2025, dari <https://www.gstc.org/about/>
- Glossary of tourism terms | UNWTO. (t.t.). Diakses pada 10 Desember, 2025, from <https://www.untourism.int/glossary-tourism-terms>
- Green Building Council Indonesia. (2013). *Kriteria Sertifikasi GreenShip 1.2*. <https://www.scribd.com/doc/216287002/Ringkasan-GreenShip-Nb-v1-2-Id>

- Hartati, E., & Elvira, V. (2024). Perencanaan Tempat Penyimpanan Sementara Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). *Jurnal Tekno Insentif*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.36787/jti.v18i1.1400>
- Huang, L., Zheng, L., Zhang, L., Chen, J., Chen, Y., Fang, J., Zheng, R., & Liu, H. (2025). Landscape design and sustainable tourism at the Wuyistar Chinese Tea Garden, a world heritage site in Fujian, China. Dalam MDPI, *Buildings* (Vol. 15, p. 1112). <https://doi.org/10.3390/buildings15071112>
- Husodo, B. Y., & Siagian, N. A. Br. (2014). ANALISA AUDIT KONSUMSI ENERGI SISTEM HVAC (HEATING, VENTILASI, AIR CONDITIONING) DI TERMINAL 1A, 1B, DAN 1C BANDARA SOEKARNO-HATTA. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 5, 1.
- Ibrahim, Y., & Yusof, Y. (2017). Towards Sustainable Environmental Management through Green Tourism: Case study on Borneo Rainforest Lodge. *Asian Journal of Tourism Research*, 2(3). <https://doi.org/10.12982/ajtr.2017.0020>
- Irawati, N., & Prasetyo, H. (2024). *ANALISIS PARIWISATA BERDAMPAK LINGKUNGAN, SOSIAL, EKONOMI, BUDAYA* (Cetakan Pertama). WIDINA MEDIA UTAMA.
- Kurniawati, R. (2013). *Modul Pariwisata Berkelanjutan*. academia.edu.
- Kusuma, A. A., & Prianto, E. (2025). PENGARUH BESARAN RASIO BUKAAN TERHADAP KENYAMANAN TERMAL PADA KAMAR KOS DI SALATIGA. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, Vol. 9 (No. 2).
- Lestari, E., Wirantina K, I., & Hidayawanti, R. (2017). ANALISA TAMAN ATAP DALAM UPAYA MENGURANGI LIMPASAN AIR HUJAN PADA BANGUNAN PERKOTAAN. *JURNAL KILAT*, 6(2), 81–82.
- Limbong, F. K. S., & Sururi, M. R. (2024). Perbandingan Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) Komunal dengan Unit Pengolahan Biofilter di Kota Makassar, Malang, dan Banda Aceh: Review. *FTSP Series: Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2024*.
- Lusseau, D., & Mancini, F. (2019). A global assessment of tourism and recreation conservation threats to prioritise interventions. *SSRN*. <https://arxiv.org/pdf/1808.08399.pdf>
- Macdonald, C., Turffs, D., McEntee, K., Elliot, J., & Wester, J. (2023). The relationship between tourism and the environment in Florida, USA: A media content analysis. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 4(1), 100092. <https://doi.org/10.1016/j.annale.2023.100092>

- Mananoma, T., Lembong, J. I., & Naseriman, A. N. E. (2024). Pemilihan alternatif jenis pondasi bangunan gedung menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 3–3, 6001–6011. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- Mang, P., & Reed, B. (2012). Designing from Place: A Regenerative Framework and Methodology. Dalam *Journal: Building Research & Information*. Routledge.
- MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA. (2016). PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA TENTANG BAKU MUTU AIR LIMBAH DOMESTIK. Dalam *BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA*.
- MENTERI PEKERJAAN UMUM. (2012). PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR: 05/PRT/M/2012 TENTANG PEDOMAN PENANAMAN POHON PADA SISTEM JARINGAN JALAN. Dalam *PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM*.
- Musaddad, A. A., Rahayu, O. Y., Pratama, E., Supraptiningsih, & Wahyuni, E. (2019). PEMBANGUNAN PARIWISATA BERKELANJUTAN DI INDONESIA. Dalam *Jurnal Ilmu Administrasi Dan Manajemen*.
- Mu'tashim, M. R., Indahsari, K., & Universitas Trunojoyo Madura. (2021). Pengembangan Ekowisata di Indonesia. Dalam *1st E-proceeding SENRIABDI 2021 Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vols. 1–1, pp. 295–308). <https://jurnal.usahidsolo.ac.id/index.php/SENRIABDI>
- Nareswari, L. (2024, 27 Desember). 'Back-to-Nature' ecotourism becomes a favorite of tourists in 2025. *Bali Expat*. <https://baliexpat.com/2024/12/27/back-to-nature-ecotourism-becomes-a-favorite-of-tourists-in-2025/>
- Nurhadi, S. K., & Riasasi, W. (2022). IMPLEMENTASI MITIGASI POTENSI BENCANA PADA KAWASAN WISATA (Studi kasus : Obyek wisata Ledok Sambu, Sleman, Yogyakarta). Dalam *Jurnal Perspektif Arsitektur*.
- Pareti, S., Flores, D., Rudolph, L., & Valdebenito, V. (2022). Wooden Vernacular Architecture as a Sustainable Development and Security Mechanism. The case of the Palafitos of Chiloé, Chile. *Proceedings of the World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering*. <https://doi.org/10.11159/icgre22.223>
- Pareti, S., Valdebenito, V., Rudolph, L., & Bustamante, C. (2022). Green energy and environmental sustainability on Vernacular Architecture. The case of Ayllus of Atacama Desert and stilt houses of Chiloé. *IOP Conference Series Earth and*

Environmental Science, 1094(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1094/1/012003>

- Purnama, R., Zuliansyah, S., Batara, S., & Arisaputri, N. (2025). Optimalisasi Strategi Pengendalian Akar Pohon untuk Mencegah Kerusakan Perkerasan di Banda Aceh. Dalam Bayt El Hikmah: Journal of Islamic Architecture and Locality. <https://journal.ar-raniry.ac.id/index.php/JIAL>
- Putra, M. D. P., & Sunardiyo, S. (n.d.). *Evaluasi IKE melalui Audit Energi Listrik Gedung Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Qomariyah, S., Solichin, & Putri, A. (2016). Analisis Pemanfaatan Air Hujan dengan Metode Penampungan Air Hujan untuk Kebutuhan Pertamanan dan Toilet Gedung IV Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 434–436.
- REPUBLIK INDONESIA. (2009). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 10 TAHUN 2009 TENTANG KEPARIWISATAAN*.
- Russo, R., & Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: A Systematic Review of literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123–1132. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.081>
- Sabrina, B., Jamilah, W., & Destania, H. R. (2025). Kajian Potensi Air Hujan sebagai Sumber Suplai Air Non-Minum pada Fasilitas Sanitasi Kampus Teknik Sipil pada Gedung Laboratorium dan Bengkel Politeknik Negeri Sriwijaya. *Jurnal Teknika Sains*.
- Setyaningsih, W., Iswati, T. Y., & Yuliani, S. (2014). THE APPLICATION OF THE CONCEPT OF ECO GREEN-TOURISM IN DEVELOPING THE TOURIST VILLAGE THROUGH THE LOW IMPACT DEVELOPMENT. Dalam Sebelas Maret University, *Architecture&ENVIRONMENT* (Vol. 13, Issue 1, pp. 93–110) [Journal-article].
- Sofiah, S., & Soejono. (2020). *Stemflow, Throughfall and Rainwater Interception of Eight Indonesian Tree Species*.
- SOUTH AUSTRALIAN TOURISM COMMISSION. (2007). *DESIGN GUIDELINES FOR SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT*.
- South Australian Tourism Commission. (2020, 16 Juni). Tourism SA. <https://tourism.sa.gov.au/about/what-we-do>
- STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PEMANFAATAN MATERIAL LOKAL PROGRAM PENANGANAN JALAN. (2024). Dalam Kementerian Pekerjaan Umum, *KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM*.

- Sudarmadji, & Darmanto, D. (2014). DAMPAK LINGKUNGAN DAN RISIKO BENCANA PENGEMBANGAN DESA WISATA STUDI KASUS DI DESA WISATA SAMBI. Dalam *KAWISTARA*.
- Susanti, N. A., Anisah, & Rosmawita. (2024). Kriteria Green Building Berdasarkan Perangkat Penilaian Greenship Existing Building Versi 1.1 untuk Aspek Tata Guna Lahan dan Kualitas Kenyamanan Udara dalam Ruang di SDN Grogol Selatan 09 Jakarta. Dalam *Jurnal Pendidikan Tambusai*.
- Taufan Teguh Akbari, Ph.D., Sutono, Dr. A., Risfandini, Dr. A., Nexen Alexandre Pinontoan, Doddy Wihardi, Alfiyyah Zalfah Renanda, Iqbal Ramadhan, Astuti, Prof. Dr. W., Negassa, Dr. S. B., Wodajo, Dr. T. L., & Shibru, Dr. B. (2024). *Tourism for global connectivity and economic development* (A. B. Basnur, Ed.).
- The Global Sustainable Tourism Council. (2024). GSTC Attraction Criteria with Performance Indicators and SDGs. Dalam *GSTC Attraction Criteria* [Report]. <https://www.gstcouncil.org/wp-content/uploads/GSTC-Attraction-Criteria.pdf>
- Wielenga, B. (2023). New experiences in nature areas: architecture as a tool to stimulate transformative experiences among visitors in nature areas? Dalam *Journal of Tourism Futures*. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/JTF-09-2020-0155>
- Wonda, E., & Bothmir, J. (2018). ANALISA DEBIT PADA LUAS TANGKAPAN KAWASAN PEMUKIMAN. *Portal Sipil*.
- Wulandari, R., Barliana, M. S., & Sari, D. C. P. (2023). *Kajian Pemilihan Material Bahan Bangunan Ramah Lingkungan dan Material Baru dalam Desain Arsitektur dan Interior*.
- Yasa, I. W., Supriyadi, A., & Prajna, K. D. A. (2020). KOEFISIEN LIMPASAN PERMUKAAN PADA PERKERASAN PAVING BLOCK BERPORI. 14(2). <http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/>
- Yudo, S., & Hernaningsih, T. (2010). Pemilihan Teknologi Daur Ulang Air Limbah Domestik di Kantor BPPT. *JAI*.

LAMPIRAN

Berikut adalah dokumentasi saat observasi ke lapangan, yaitu Ledok Sambi Ecopark (18 Oktober 2025) dan Sabin by Seken Living (24 November 2025):



Gambar a. Observasi Ledok Sambi Ecopark

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025



Gambar b. Observasi Sabin by Seken Living

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

Berikut adalah proses perhitungan pengujian validitas strategi dengan rumus (6), (7), dan (12). Adapun data angka yang digunakan menggunakan asumsi berdasarkan standar atau kasus yang setara.

A. Perhitungan OTTV dengan Rumus (6)

1. Ledok Sambu Ecopark

$$OTTV = 0,6[(2,5 \times (1 - 0,5) \times 10] + (5,7 \times 0,5 \times 5) + (0,5 \times 0,5 \times 200)$$

$$OTTV = 7,5 + 14,25 + 50 = 71,75 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,6 (material kayu/gelap sedang)
UW	: 2,5 W/m ² .K
WWR	: 0,5 (semi terbuka)
TDEk	: 10 K
SF	: 200 W/m ² (iklim tropis Yogyakarta)
SC	: 0,5 (ada <i>shading</i> dari <i>overhang</i> /pohon)
Uf	: 5,7 W/m ² .K
ΔT	: 5K

2. Wuyistar Chinese Tea Garden

$$OTTV = 0,6[(2,5 \times (1 - 0,3) \times 10] + (5,8 \times 0,3 \times 5) + (0,5 \times 0,3 \times 200)$$

$$OTTV = 10,5 + 8,7 + 30 = 49,2 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,6 (beton dan kayu/gelap sedang)
UW	: 2,5 W/m ² .K
WWR	: 0,3 (tidak dominan kaca)
TDEk	: 10 K
SF	: 200 W/m ²
SC	: 0,5 (ada <i>shading</i>)
Uf	: 5,8 W/m ² .K (kaca standar)
ΔT	: 5K

3. Sabin by Seken Living

$$OTTV = 0,6[(1,8 \times (1 - 0,65) \times 10] + (5,7 \times 0,65 \times 5) + (0,7 \times 0,65 \times 200)$$

$$OTTV = 3,78 + 18,52 + 91 = 113,3 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,6 (bata dan plester)
UW	: 1,8 W/m ² .K (dinding bata)
WWR	: 0,65
TDEk	: 10 K
SF	: 200 W/m ² (iklim tropis Yogyakarta)
SC	: 0,7 (ada <i>shading</i>)
Uf	: 5,7 W/m ² .K (kaca standar)
ΔT	: 5K

4. Borneo Rainforest Lodge

$$OTTV = 0,6[(2,0 \times (1 - 0,35) \times 8] + (5,8 \times 0,35 \times 5) + (0,4 \times 0,35 \times 180)$$

$$OTTV = 6,24 + 10,15 + 25,2 = 41,6 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,6 (material kayu/gelap sedang)
UW	: 2,0 W/m ² .K (dinding kayu ringan)
WWR	: 0,35 (banyak bukaan)
TDEk	: 8 K
SF	: 180 W/m ² (tereduksi kanopi)
SC	: 0,4 (ada <i>shading</i> dari <i>overhang</i> /pohon)
Uf	: 5,8 W/m ² .K (kaca)
ΔT	: 5K

B. Perhitungan RTTV dengan Rumus (7)

1. Ledok Sambu Ecopark

$$RTTV = \frac{0,7(90 \times 2,0 \times 15) + (10 \times 5,7 \times 5) + (10 \times 0,5 \times 300)}{100}$$

$$RTTV = \frac{1890 + 285 + 1500}{100} = 36,75 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α : 0,7 (atap gelap)

A_r : 90 m²

A_s : 10 m²

A_o : 100 m²

U_r : 2,0 W/m².K)

T_{Dek} : 15K

SF : 300 W/m²

SC : 0,5

U_s : 5,7 W/m².K

ΔT : 5K

2. Wuyistar Chinese Tea Garden

$$RTTV = \frac{0,5(100 \times 2,0 \times 12) + (10 \times 5,8 \times 5) + (10 \times 0,5 \times 220)}{110}$$

$$RTTV = \frac{1200 + 290 + 1100}{110} = 23,54 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α : 0,5 (beton dan atap ringan)

A_r : 100 m²

A_s : 10 m²

A_o : 110 m²

U_r : 2,0 W/m².K)

T_{Dek} : 12K

SF	: 220 W/m ²
SC	: 0,5
Us	: 5,8 W/m ² .K
ΔT	: 5K

3. Sabin by Seken Living

$$RTTV = \frac{0,6(100 \times 1,5 \times 10) + (20 \times 5,7 \times 5) + (20 \times 0,7 \times 200)}{120}$$

$$RTTV = \frac{900 + 570 + 2800}{120} = 35,6 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,6
Ar	: 100 m ²
As	: 20 m ²
Ao	: 120 m ²
Ur	: 1,5 W/m ² .K)
TDek	: 10K
SF	: 200 W/m ²
SC	: 0,7
Us	: 5,7 W/m ² .K
ΔT	: 5K

4. Borneo Rainforest Lodge

$$RTTV = \frac{0,5(100 \times 1,5 \times 10) + (5 \times 5,8 \times 5) + (5 \times 0,5 \times 200)}{105}$$

$$RTTV = \frac{750 + 145 + 500}{105} = 13,3 \text{ W/m}^2$$

Keterangan:

α	: 0,5 (atap kayu)
Ar	: 100 m ²

As : 5 m²
Ao : 105 m²
Ur : 1,5 W/m².K)
TDek : 10K
SF : 200 W/m²
SC : 0,5
Us : 5,8 W/m².K
ΔT : 5K

C. Perhitungan *Removal Efficiency* dengan Rumus (12)

1. Ledok Sambi Ecopark

i. BOD

$$Removal\ Efficiency = \frac{150 - 60}{150} \times 100\% = 60\%$$

Keterangan:

a : 150 mg/L (*intake*)

b : 60 mg/L (*outlet*)

2. Wuyistar Chinese Tea Garden

i. BOD

$$Removal\ Efficiency = \frac{200 - 60}{200} \times 100\% = 70\%$$

Keterangan:

a : 200 mg/L (*intake*)

b : 60 mg/L (*outlet*)

ii. COD

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{400 - 160}{400} \times 100\% = 60\%$$

Keterangan:

a : 400 mg/L (*intake*)

b : 160 mg/L (*outlet*)

iii. Amonia

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{30 - 15}{30} \times 100\% = 50\%$$

Keterangan:

a : 30 mg/L (*intake*)

b : 15 mg/L (*outlet*)

3. Sabin by Seken Living

i. BOD

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{300 - 50}{300} \times 100\% = 83,3\%$$

Keterangan:

a : 300 mg/L (*intake*)

b : 50 mg/L (*outlet*)

ii. COD

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{500 - 100}{500} \times 100\% = 80\%$$

Keterangan:

a : 500 mg/L (*intake*)

b : 100 mg/L (*outlet*)

iii. TSS

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{300 - 50}{300} \times 100\% = 83,3\%$$

Keterangan:

a : 300 mg/L (*intake*)

b : 50 mg/L (*outlet*)

4. Borneo Rainforest Lodge

i. BOD

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{200 - 30}{200} \times 100\% = 85\%$$

Keterangan:

a : 200 mg/L (*intake*)

b : 30 mg/L (*outlet*)

ii. COD

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{400 - 120}{400} \times 100\% = 70\%$$

Keterangan:

a : 400 mg/L (*intake*)

b : 120 mg/L (*outlet*)

iii. Amonia

$$\text{Removal Efficiency} = \frac{30 - 7}{30} \times 100\% = 76,7\%$$

Keterangan:

a : 30 mg/L (*intake*)

b : 7 mg/L (*outlet*)