

FASILITAS DAUR ULANG SAMPAH ANORGANIK DI TPA PUTRI CEMPO SURAKARTA DENGAN PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR EKOLOGIS

Siska Kumala Dewi, Musyawaroh, Tri Joko Daryanto
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
siskakumala@student.uns.ac.id

Abstrak

Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik mewadahi proses daur ulang sampah non-organik, mulai dari pemilahan, pengolahan, penelitian dan inovasi, hingga menghasilkan produk daur ulang yang bernilai ekonomis. Pendekatan arsitektur ekologis diterapkan karena selaras dengan tujuan sebuah fasilitas daur ulang yang berusaha untuk meminimalisir dampak negatif pada lingkungan, sehingga dapat menghasilkan bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dalam jangka panjang, dapat memperbaiki citra dan paradigma buruk terhadap TPA di mata masyarakat. Metode penelitian yang diterapkan adalah deskriptif kualitatif yang meliputi identifikasi permasalahan, pengumpulan data melalui literatur, preseden dan kondisi area tapak dan lingkungan sekitarnya. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan disintesis untuk menghasilkan kriteria desain berdasarkan prinsip arsitektur ekologis. Hasil penelitian ini menunjukkan penerapan konsep arsitektur ekologis dalam pengolahan tapak dan lanskap, massa dan tampilan, perancangan, struktur, dan utilitas bangunan.

Kata kunci: daur ulang, sampah anorganik, arsitektur ekologis, Putri Cempo Surakarta.

1. PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk di Kota Surakarta cenderung semakin meningkat dengan diikuti perubahan pola konsumsi masyarakat sehingga berdampak semakin meningkatnya volume, jenis, dan karakteristik sampah. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta, jumlah sampah yang dihasilkan di Kota Surakarta pada tahun 2022 mencapai 376 ton per hari, naik 53 ton/hari dibanding tahun 2021, dengan komposisi 60% sampah organik dan 40% sampah anorganik. Namun, peningkatan volume sampah ini tidak diiringi dengan pengelolaan sampah yang baik. Paradigma pengelolaan sampah “kumpul – angkut – buang” ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang bertumpu pada pendekatan penanganan akhir masih menjadi budaya masyarakat dalam menyikapi sampah. Sehingga satu-satunya TPA di Kota Surakarta yaitu TPA Putri Cempo, masih harus beroperasi hingga saat ini meskipun sudah dinyatakan *over capacity* pada tahun 2010.

Sampah anorganik merupakan sampah yang tidak dapat terurai secara alami atau membutuhkan waktu sangat lama untuk terurai sehingga perlu ditangani secara khusus. Daur ulang sampah anorganik merupakan salah satu cara untuk mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA. Sampah anorganik melalui daur ulang dapat menjadi sumber bahan baku yang bernilai, menciptakan lapangan kerja, serta mendukung upaya pelestarian lingkungan dan konservasi sumber daya alam. (Soewedo 1983 dalam Fatoni et al, 2017)

Kota Surakarta tercatat memiliki 131 bank sampah skala kecil yang tersebar di berbagai kecamatan, namun lebih dari 50% tidak aktif. Kapasitas pengelolaan daur ulang tersebut masih sangat terbatas dan kurang memadai, sehingga diperlukan sebuah fasilitas daur ulang sebagai wadah produksi, riset dan inovasi sampah anorganik (Mutiah, 2020). Hal ini juga didukung oleh Perda Kota Surakarta No. 4 Tahun 2022 Pasal 19 mengenai mewadahi kegiatan daur ulang sampah hingga memfasilitasi pemasaran produk hasil daur ulang.

Fasilitas daur ulang sampah anorganik harus mempertimbangkan aspek penghematan energi, pengelolaan air, penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan, dan pengurangan limbah. Seluruh aspek tersebut dipertimbangkan dalam arsitektur ekologis, yaitu sebuah penerapan arsitektur yang berwawasan lingkungan, berfokus pada integrasi dan keseimbangan antara bangunan dengan lingkungan sekitarnya sehingga meminimalisir dampak negatif pada lingkungan. Terlebih lagi, arsitektur ekologis juga dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat sekitar. Dalam jangka panjang, penerapan pendekatan arsitektur ekologis pada fasilitas daur ulang sampah anorganik dapat memperbaiki citra buruk TPA secara keseluruhan di mata masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, tahap pertama melibatkan identifikasi masalah. Pada TPA Putri Cempo timbunan sampah anorganik masih belum ditangani dengan baik dan mengakibatkan timbulnya citra buruk TPA pada masyarakat. Permasalahan berdasarkan fenomena ini menjadi dasar untuk merencanakan dan merancang Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Putri Cempo Kota Surakarta.

Tahap kedua melibatkan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung di lokasi perancangan, dengan studi lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi fisik (kondisi tapak saat ini) dan non-fisik (aturan dan regulasi yang berlaku di tapak tersebut). Data sekunder diperoleh melalui tinjauan literatur terkait penerapan arsitektur ekologis pada fasilitas daur ulang sampah.

Tahap ketiga mencakup analisis dan sintesis data. Data yang terkumpul dianalisis dan disintesis untuk menghasilkan kriteria desain yang didasarkan pada prinsip-prinsip arsitektur ekologis. Hasil penelitian ini mencakup konsep bentuk dan tampilan Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik di TPA Putri Cempo Kota Surakarta dengan penerapan arsitektur ekologis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik (FDUSA) adalah fasilitas yang mewadahi gabungan antara kegiatan daur ulang sampah non-organik (pemilahan, pengolahan, penelitian, inovasi hingga produksi) dengan fungsi publik, sehingga tercipta fasilitas yang berkelanjutan. Pendekatan arsitektur ekologis menjadi strategi desain dalam menyelesaikan permasalahan yang ada sehingga dapat mewujudkan tujuan tersebut. Prinsip arsitektur ekologis diterapkan pada elemen rancang bangun seperti pengolahan tapak, lanskap, peruangan, bentuk, tampilan, struktur, dan utilitas FDUSA. Prinsip-prinsip ini meliputi menciptakan hubungan manusia dengan lingkungan, penggunaan teknologi ramah lingkungan, integrasi dengan lingkungan, konservasi energi dan memelihara sumber daya alam, pengelolaan daur ulang, dan kesehatan serta kenyamanan pengguna. (Frick & Suskiyatno, 1998; Yeang, 2006)

a. Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Pengolahan Tapak

Lokasi FDUSA terletak di dalam area TPA Putri Cempo, Kota Surakarta, Jawa Tengah. Tapak berupa area timbunan sampah yang sudah tertimbun sekitar 10 tahun lebih dengan luas 30.277 m² berkontur landai. Kondisi eksisting ditumbuhi vegetasi belukar liar, terdapat genangan air di berbagai area saat hujan lebat, dan terdapat area yang digunakan sebagai garasi alat berat TPA. Sisi Selatan berbatasan dengan sungai, sisi Utara berbatasan dengan jalan lokal, sisi Timur dengan jalan eskavator, sedangkan sisi Barat berbatasan dengan riol.



Gambar 1
Lokasi FDUSA

Sumber: Google Maps dengan pengolahan

Prinsip arsitektur ekologis yang digunakan dalam pengolahan tapak yaitu integrasi dengan lingkungan, keselarasan hubungan antara manusia dan lingkungan serta konservasi energi. Tujuan penerapan prinsip-prinsip ini adalah agar lahan yang menjadi tapak dapat digunakan seoptimal mungkin untuk kinerja sistem bangunan tanpa memberikan dampak negatif pada lingkungan dan alam sekitarnya. Pengolahan tapak dilakukan dengan menciptakan ruang hijau baru, dan mengoptimalkan lahan yang dibangun sesuai dengan kebutuhan ruang.

Tapak memanjang Timur Laut - Barat Daya dan tidak ada pembayangan dari area sekitar sehingga diperlukan vegetasi di sisi Timur dan Barat untuk membentuk pembayangan alami yang mengurangi panas matahari, dan minimalisasi bukaan pada sisi Barat atau menggunakan *secondary skin*. Angin dominan bergerak dari Selatan & Barat Laut, dapat mengoptimalkan bukaan di sisi Selatan, serta penambahan vegetasi & perbedaan ketinggian massa untuk memecah angin.

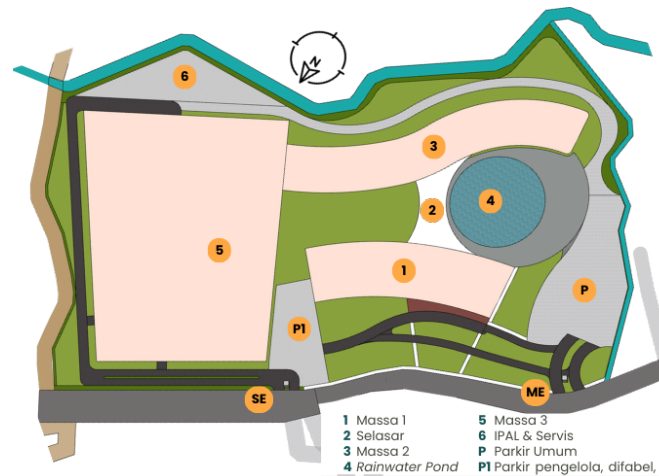


Gambar 2
Pengolahan Tapak

Tata massa menerapkan prinsip konservasi energi dan kenyamanan pengguna. Pengolahan tata massa bangunan diatur menjadi massa majemuk yang terbagi berdasarkan kelompok kegiatan. Pola tata massa yang digunakan adalah pola *cluster* dengan jarak dan ketinggian massa yang berbeda-beda berdasarkan fungsinya. Penataan ini dibuat agar setiap bangunan dapat menerima cahaya matahari dan aliran angin secara maksimal sehingga dapat menghemat energi (**Gambar 3**). Perbedaan ketinggian antar bangunan akan menciptakan *self-shading* untuk mereduksi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan. Orientasi utama bangunan diatur agar sesuai dengan iklim setempat.

Prinsip hubungan manusia dengan lingkungan dan memelihara sumber daya diterapkan pada pengolahan lanskap dengan menciptakan taman dan ruang publik. Penanaman *softscape* berupa vegetasi disesuaikan dengan kebutuhan, seperti vegetasi *barrier*, peneduh, pengarah, dan estetika. Pohon Trembesi dan Pohon Angsana merupakan vegetasi peneduh, *barrier*, sekaligus dapat memberikan nilai estetika sehingga diletakkan di area taman utama dan depan. Pohon Ketapang

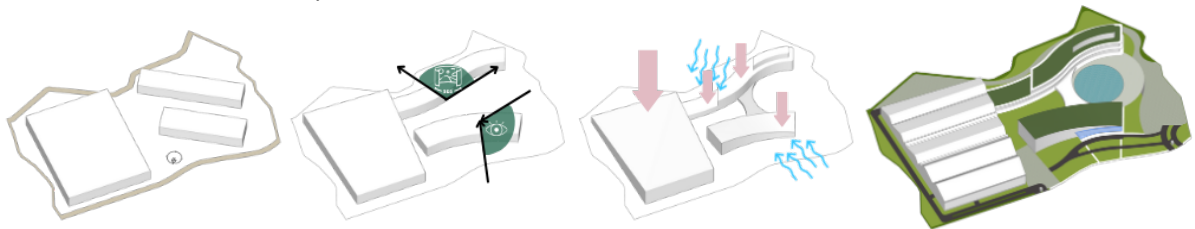
Kencana sebagai pemecah angin ditanam di sisi arah datang angin. Pohon Tanjung termasuk jenis vegetasi peneduh yang akarnya tidak merusak pelapis tanah sehingga ditanam di area parkir. Pohon Pucuk Merah digunakan sebagai vegetasi penanda (direction). Tanaman Lidah Mertua, English Ivy, Bambu dan lainnya untuk meminimalisir bau. (Gunawan, 2018)



Gambar 3
Tata Massa Bangunan

b. Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Massa dan Tampilan Bangunan

Prinsip integrasi dengan lingkungan serta keselarasan hubungan antara manusia dan lingkungan diterapkan pada bentuk massa bangunan dengan mengadaptasi kondisi lingkungan dan bentuk alam, yaitu bentuk melingkar dan melengkung, bersifat dinamis dan tidak terkesan kaku. Bentuk bangunan mengambil bentuk dasar persegi dan tabung untuk mendapatkan bentuk ruang yang efisien. Masing – masing bentuk geometris tersebut memiliki strategi khusus yang digunakan berdasarkan kebutuhan tiap massa.



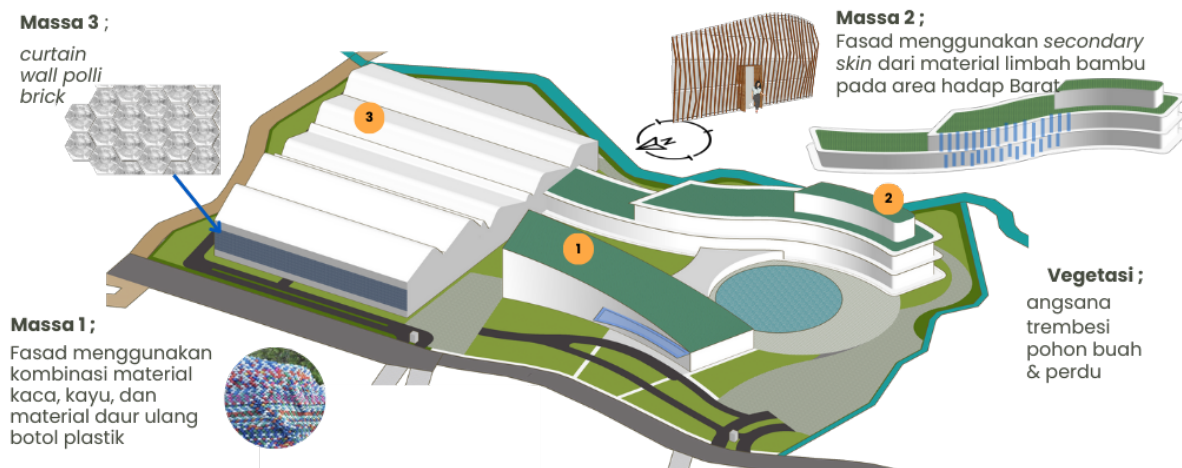
Gambar 4
Transformasi Gubahan Massa

Massa 1 sebagai bangunan fungsi penerima, pengelola dan pameran. Bentuk massa 1 mengadaptasi bentuk lereng gunung sampah, dengan mempertimbangkan arah angin serta mempermudah pemanenan air hujan. Massa 2 dengan fungsi bangunan edukasi dan penunjang memiliki luasan yang dibuat berbeda antar lantai, sehingga bentuknya semakin mengecil ke atas. Bentuk ini mengadaptasi bentuk kontur gunung sampah yang berundak. Bentuk lengkung mengikuti bentuk sungai yang menjadi batas tapak dengan tambahan pertimbangan untuk mengurangi sinar matahari langsung yang masuk ke bangunan. Massa 3 merupakan massa bertipologi bangunan industri, sehingga mempertahankan bentuk dasar persegi untuk mendapatkan luasan ruang yang optimal dan efisien. Bentuk atap dibuat bergelombang dengan ketinggian lengkungan menyesuaikan kebutuhan tinggi mesin, menciptakan bentuk massa yang tetap selaras dengan bangunan lain dan lingkungan.



Gambar 5
Konsep Gubahan Massa

Material yang digunakan pada FDUSA adalah material ramah lingkungan dan atau material yang dapat diakses secara mudah sehingga tidak menambah beban emisi karbon dalam distribusinya, seperti batu bata, batu alam lokal, dan kayu. Di beberapa area menggunakan material dari bahan bekas yang masih layak dan memiliki daya tahan yang baik, sekaligus menampilkan citra sebuah fasilitas daur ulang. Material daur ulang botol plastik digunakan sebagai *curtain wall* pada massa 3, material limbah bambu dimanfaatkan sebagai *secondary skin*, dan material kaleng bekas yang digunakan sebagai instalasi dan membentuk fasad massa 1.



Gambar 6
Konsep Tampilan

c. Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Peruangan

Hubungan manusia dengan lingkungan dan memperhatikan kesehatan serta kenyamanan pengguna menjadi dua prinsip yang diterapkan pada konsep ruang. FDUSA melibatkan masyarakat sekitar dalam keberlangsungannya. Dalam upaya memberdayakan masyarakat, komunitas, serta pemulung di area TPA, disediakan berbagai ruang yang mampu mengakomodasi seluruh kegiatan fasilitas daur ulang baik kegiatan utama maupun penunjang. Wadah pemberdayaan yang disediakan berupa zona inovasi (*studio workshop*, *studio seni*, perpustakaan) dan zona rekreasi berupa ruang, amfiteater dan taman di dalam area FDUSA yang dapat bebas diakses oleh masyarakat umum (**Gambar 7**).

Organisasi ruang mempertimbangkan alur kerja daur ulang sampah sehingga menghasilkan sirkulasi yang efisien. Ruang semi terbuka diterapkan pada fungsi tertentu untuk menghadirkan integrasi antara ruang dalam dan luar. Pada sekeliling bangunan terdapat kolam untuk mengalirkan air hujan yang juga dapat mendinginkan hawa sekitar bangunan, sekaligus menciptakan suara gemericik air yang memberikan suasana nyaman.



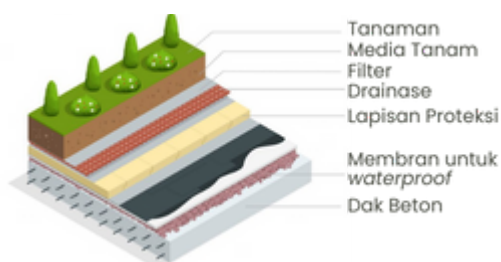
Gambar 7

Preseden Wadah Pemberdayaan Masyarakat dalam Sebuah Fasilitas Daur Ulang

Sumber : <https://www.seoulup.or.kr/>

d. Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Struktur

Konsep struktur bangunan menerapkan prinsip integrasi dengan lingkungan dan teknologi ramah lingkungan. Tapak berada di area iklim tropis yang memiliki musim hujan serta kemarau, sehingga pemilihan struktur atap menjadi krusial (Wicaksono, et al. 2021). Struktur atap yang dominan digunakan adalah atap miring dan *green roof*, atap miring memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan atap datar dalam hal pengaliran air hujan, ventilasi udara, dan pengendalian suhu udara dalam ruangan.



Gambar 8

Lapisan pada *Green Roof*

Sumber : www.dricons.id (dengan pengolahan)

Struktur bagian tengah yang membentuk massa dan badan bangunan menggunakan rigid frame terdiri dari balok, kolom, dan plat lantai, massa 3 menggunakan konstruksi baja WF. Tanah timbunan sampah memiliki kadar air cukup tinggi dengan kompresibilitas yang tinggi dan daya dukung yang rendah. Sehingga dibutuhkan stabilisasi tanah terlebih dahulu dengan menggunakan *fly ash* agar tanah lebih stabil untuk digunakan sebagai lahan konstruksi (Sudjianto, 2016). Struktur bagian bawah dengan kriteria yang cocok untuk tanah kurang stabil yaitu pondasi menerus batu kali untuk bangunan 1 lantai dan pondasi tiang pancang untuk bangunan 2-3 lantai.

e. Penerapan Prinsip Arsitektur Ekologis pada Utilitas

TABEL 1

PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR EKOLOGIS PADA UTILITAS

Jenis Utilitas	Konsep Utilitas	Penerapan
Air Bersih	Air Hujan dengan pengolahan	Prinsip Konservasi Energi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Air sumur tidak layak konsumsi sehingga perlu memaksimalkan penggunaan air hujan untuk operasional gedung. Air hujan dipanen dari atap dan

		<i>ground</i> dialirkan menuju kolam, kemudian diolah.
	PDAM	Air dari PDAM digunakan sebagai sumber cadangan saat musim kemarau.
Air Kotor	<i>Grey Water</i>	Prinsip penggunaan teknologi ramah lingkungan & pengelolaan daur ulang <i>Light grey water</i> , air limbah yang berasal dari wastafel, kamar mandi & <i>floor drain</i> akan diolah dan difungsikan untuk pencucian material sampah. <i>Dark greywater</i> , air limbah dari pencucian sampah dan laboratorium akan diolah dan digunakan ulang untuk menyiram tanaman.
	<i>Black Water</i>	Limbah dari toilet diproses di <i>bio septic tank</i> lalu dialirkan ke sumur resapan.
Listrik	Sistem Hybrid	Prinsip penggunaan teknologi ramah lingkungan & konservasi energi Sumber listrik utama FDUSa berasal dari solar panel, dan listrik hasil Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) tanpa melalui perantara PLN, dan generator sebagai cadangan.
Sampah	Pemilahan sampah dan pengolahan daur ulang mandiri	Prinsip penggunaan teknologi ramah lingkungan & pengelolaan daur ulang Sampah dikategorikan menjadi 6 kategori (plastik, kaca, kaleng, kertas & kain, organik, B3). Sampah anorganik didaur ulang mandiri, sedangkan sampah organik dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman di area FDUSa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik di TPA Putri Cempo merupakan sebuah konsep desain fasilitas daur ulang dan fungsi publik dengan penerapan prinsip arsitektur ekologis yang diterapkan ke seluruh aspek perancangan, bertujuan memanfaatkan seluruh sumber daya secara efisien dengan menghasilkan dampak negatif seminimal mungkin terhadap lingkungan sehingga menciptakan bangunan ramah lingkungan. Penerapan pendekatan arsitektur ekologis pada fasilitas tersebut mencakup:

- Hubungan manusia dengan lingkungan
Penyediaan taman publik, menciptakan ruang untuk memberdayakan masyarakat, komunitas dan pemuda
- Penggunaan teknologi ramah lingkungan
Struktur *green roof* dan *rain water harvesting*, pengolahan seluruh air limbah, dan penggunaan solar panel sebagai sumber listrik utama, serta penggunaan material lokal ramah lingkungan
- Integrasi dengan lingkungan

Massa majemuk dengan pola *cluster* serta orientasi bangunan yang memperhatikan iklim, gubahan massa yang mengadaptasi bentuk lingkungan sekitar, dan konsep ruang semi terbuka.

- d. Konservasi energi dan memelihara sumber daya alam
Listrik dan air didapatkan secara mandiri dengan memaksimalkan sumber daya alam, dan meminimalisir penggunaan energi untuk cahaya dan penghawaan melalui orientasi dan bentuk massa.
- e. Pengelolaan daur ulang
Pengolahan sampah secara mandiri, baik organik, anorganik, maupun limbah lainnya.
- f. Kesehatan serta kenyamanan pengguna
Seluruh aspek penerapan di atas juga turut mempertimbangkan prinsip kesehatan serta kenyamanan pengguna, seperti material daur ulang untuk konstruksi harus dipastikan aman dari zat beracun, pengolahan lanskap vegetasi untuk mengurangi panas dan meminimalisir bau yang akan dirasakan oleh pengguna, dan sebagainya.

Penerapan prinsip arsitektur ekologis merupakan strategi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan dalam merancang Fasilitas Daur Ulang Sampah Anorganik di TPA Putri Cempo. Dalam upaya mengoptimalkan penerapan prinsip arsitektur ekologis pada bangunan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai unsur-unsur arsitektur ekologis yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan sebuah fasilitas daur ulang. Dengan demikian, dapat tercipta keselarasan yang lebih baik antara prinsip arsitektur ekologis dan fungsi bangunan fasilitas daur ulang.

REFERENSI

- Dita, S. P. P., Musyawaroh, & Daryanto, T. J. (2017). Penerapan Arsitektur Ekologis Pada Kawasan Wisata Lava Bantal Sleman. *Arsitektura*, 15(2), 340–348.
- Fatoni, N., Imanuddin, R., & Darmawan, A. . (2017). Pendayagunaan Sampah Menjadi Produk Kerajinan. *Dimas: Jurnal Pemikiran Agama untuk Pemberdayaan*, 17(1), 83.
- Frick, C. (2001). *Ecological Architecture: A Critical History*. Thames & Hudson.
- Gunawan, M. S. (2018). *Arsitektur Lansekap*. Jakarta: Erlangga.
- Indriyani, N. P., & Sudrajat, E. T. (2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku warga dalam pengelolaan sampah di kota Solo. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 13(1), 44-52.
- Jerobisonif, A., Suddin, S., & Amabi, D. A. (2021). Perkembangan Konsep Desain Ken Yeang Tahun 1980-2010. *GEWANG: Gerbang Wacana Dan Rancangan Arsitektur*, 3(2), 45–60.
- Nazarrusadi, P., Musyawaroh, M., Sumaryoto, S. (2020). Konsep Waste Recovery Architecture. *SENTHONG*, 3(2), 381–392.
- Rahayu, T. P., Yuliani, S., & Daryanto, T. J. (2017). Pendekatan arsitektur ekologis pada pusat pengelolaan sampah di Surakarta. *Arsitektura*, 15(02), 483–490.
- Seoul Upcycling Plaza. (n.d.). <http://seoulup.or.kr/eng/index.do>
- Sudjianto, Agus T. (2016). Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Tanah Bekas Timbunan Sampah (Landfill). *Jurnal Teknik Sipil UAJY*, 13(4)
- Suskiyatno, F.X. (2007). *Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Wicaksono, A. R., Kusuma, R. A., & Wicaksono, Y. D. (2021). Analisis Kinerja Atap Miring pada Bangunan di Daerah Tropis. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 20(1), 1-10.
- Yeang, K. (2006). *Arsitektur Ekologi: Konsep dan Aplikasi*. Erlangga.