

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Proyek – WasteLab

2.1.1 Pengertian WasteLab

WasteLab (Waste Laboratory) merupakan fasilitas penelitian yang berfokus pada eksplorasi, pengembangan, dan inovasi material berbasis limbah melalui pendekatan ilmiah, eksperimental, dan keberlanjutan. Berbeda dengan fasilitas pengolahan sampah konvensional yang menitikberatkan pada reduksi volume limbah, WasteLab memandang limbah sebagai sumber daya potensial yang dapat ditransformasikan menjadi material baru, pengetahuan, serta nilai ekologis dan kreatif.

Konsep WasteLab tidak dapat dipisahkan dari paradigma *circular economy*, yaitu sistem ekonomi regeneratif yang menempatkan limbah sebagai bagian dari siklus material yang terus berputar, bukan sebagai residu akhir. Menurut Ellen MacArthur Foundation, ekonomi sirkular menekankan pada pemanfaatan kembali material, perpanjangan siklus hidup produk, serta pengurangan eksploitasi sumber daya alam melalui inovasi desain dan sistem produksi. Dalam konteks tersebut, WasteLab berperan sebagai ruang eksperimen material yang memungkinkan terjadinya transformasi limbah menjadi material alternatif yang dapat dimanfaatkan kembali dalam bidang arsitektur, desain, dan teknologi material.

Dalam disiplin arsitektur, WasteLab dapat dikategorikan sebagai *living laboratory*, yaitu fasilitas yang tidak hanya menjadi tempat penelitian, tetapi juga menjadi media pembelajaran publik serta ruang eksplorasi hubungan antara manusia, material, dan lingkungan. Dengan demikian, WasteLab tidak hanya berfungsi sebagai infrastruktur penelitian, tetapi juga sebagai medium transformasi pengetahuan ekologis melalui pengalaman ruang.

2.1.2 Latar Belakang Pengembangan WasteLab

Pertumbuhan urbanisasi, peningkatan konsumsi material, serta perubahan pola produksi global menyebabkan peningkatan timbulan limbah secara signifikan. Menurut United Nations Environment Programme (UNEP), produksi sampah global terus meningkat dan menjadi salah satu tantangan utama dalam keberlanjutan lingkungan perkotaan.

Permasalahan limbah tidak hanya berkaitan dengan volume, tetapi juga terkait dengan eksploitasi sumber daya alam, emisi karbon, serta degradasi lingkungan.

Di Indonesia, isu pengelolaan sampah menjadi semakin kompleks akibat pertumbuhan kota dan keterbatasan sistem pengelolaan konvensional. Pendekatan tradisional yang berfokus pada pengumpulan dan pembuangan limbah belum mampu menjawab tantangan keberlanjutan jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang tidak hanya berorientasi pada pengolahan, tetapi juga pada penelitian material, inovasi desain, dan edukasi masyarakat.

WasteLab muncul sebagai respon terhadap kebutuhan fasilitas yang mampu:

- Mengembangkan penelitian material limbah dan biomaterial
- Menjadi pusat inovasi material berkelanjutan
- Menyediakan ruang edukasi lingkungan berbasis pengalaman
- Menghubungkan penelitian ilmiah dengan eksplorasi kreatif
- Mendorong perubahan paradigma masyarakat terhadap limbah

2.1.3 Tipologi dan Karakteristik WasteLab

Berdasarkan karakter kegiatannya, WasteLab termasuk dalam tipologi fasilitas penelitian dan edukasi eksperimental (research and experimental education facility) yang menggabungkan fungsi laboratorium penelitian material, ruang eksplorasi kreatif, serta fasilitas pembelajaran publik dalam satu sistem ruang yang terintegrasi. Tipologi ini berbeda dengan fasilitas pengelolaan sampah konvensional yang umumnya berfokus pada proses pengumpulan, pemilahan, maupun pengolahan limbah secara operasional.

Dalam konteks pengelolaan sampah perkotaan, fasilitas seperti Tempat Penampungan Sementara (TPS), TPS 3R (Reduce, Reuse, Recycle), Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST), serta Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) memiliki fungsi utama untuk mengurangi volume sampah melalui proses pemilahan, pengolahan, dan pembuangan akhir. Aktivitas yang berlangsung pada fasilitas tersebut bersifat operasional dan berorientasi pada pengelolaan aliran sampah secara langsung.

Berbeda dengan fasilitas tersebut, WasteLab tidak berfokus pada pengolahan sampah dalam skala operasional, melainkan pada penelitian material limbah, eksplorasi teknologi daur ulang, serta pengembangan inovasi material berkelanjutan. Limbah dipandang

sebagai objek penelitian yang memiliki potensi untuk ditransformasikan menjadi material baru melalui proses eksperimen ilmiah, eksplorasi desain, serta pengujian material. Dengan demikian, WasteLab berfungsi sebagai ruang yang menjembatani penelitian ilmiah, inovasi material, serta edukasi lingkungan kepada masyarakat.

Secara tipologis, WasteLab memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari fasilitas pengelolaan sampah konvensional, yaitu sebagai berikut:

1. **Berbasis Penelitian (Research-Based Facility)**

Karakter utama WasteLab adalah sebagai fasilitas penelitian yang berfokus pada eksperimen material limbah dan biomaterial. Kegiatan yang dilakukan meliputi analisis karakteristik material limbah, pengujian komposisi material, pengembangan material daur ulang, serta eksplorasi material alternatif yang dapat dimanfaatkan dalam bidang arsitektur, desain, maupun teknologi material berkelanjutan.

2. **Terintegrasi dengan Edukasi Publik**

Selain berfungsi sebagai fasilitas penelitian, WasteLab juga memiliki peran sebagai ruang edukasi lingkungan. Melalui galeri material, workshop, ruang pameran, serta program pembelajaran interaktif, masyarakat dapat memahami proses transformasi limbah menjadi material baru serta konsep keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya.

3. **Eksploratif dan Kreatif**

WasteLab juga berfungsi sebagai ruang eksplorasi kreatif yang memungkinkan limbah digunakan sebagai medium eksperimen desain dan seni. Limbah tidak hanya dipahami sebagai material teknis, tetapi juga sebagai sumber inspirasi dalam eksplorasi desain, instalasi seni, serta inovasi material berbasis keberlanjutan.

4. **Pendekatan Keberlanjutan**

Sebagai fasilitas yang berkaitan dengan isu lingkungan, WasteLab menerapkan prinsip keberlanjutan dalam sistem bangunannya. Prinsip tersebut dapat berupa penggunaan material ramah lingkungan, pemanfaatan material daur ulang, efisiensi energi, serta integrasi bangunan dengan sistem ekologis di sekitarnya.

Perbedaan WasteLab dengan Fasilitas Pengelolaan Sampah

Perbedaan utama antara WasteLab dan Fasilitas Pengelolaan sampah konvensional dapat dilihat pada tujuan, karakter aktivitas, serta output yang dihasilkan.

Aspek	WasteLab	Fasilitas Pengelolaan Sampah (TPS 3R / TPST)
Fungsi utama	Penelitian material limbah	Pengolahan dan pengurangan volume sampah
Fokus kegiatan	Eksperimen material, inovasi, edukasi	Pemilahan, komposting, daur ulang
Skala kegiatan	Eksperimental dan penelitian	Operasional dan pengelolaan sampah
Output	Pengetahuan, inovasi material, edukasi	Kompos, material daur ulang, residu
Pengguna utama	Peneliti, akademisi, desainer, Masyarakat	Operator pengelolaan sampah

Tabel 0.1 Perbedaan WasteLab dengan Fasilitas Pengelolaan Sampah

Melalui karakter tersebut, WasteLab dapat dipahami sebagai fasilitas yang berperan dalam pengembangan pengetahuan dan inovasi material limbah, sementara fasilitas pengelolaan sampah konvensional berperan dalam pengolahan dan pengurangan volume sampah secara operasional.

2.1.4 Lingkup Pelayanan dan Skala Proyek

WasteLab direncanakan sebagai fasilitas penelitian dan edukasi yang melayani berbagai kelompok pengguna, baik dalam skala lokal maupun regional. Lingkup pelayanan meliputi:

- Penelitian material limbah dan biomaterial
- Edukasi publik mengenai keberlanjutan dan circular economy
- Eksplorasi seni dan inovasi material
- Kolaborasi antara peneliti, desainer, akademisi, dan komunitas

Dalam konteks ini, WasteLab tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas penelitian tertutup, tetapi juga sebagai ruang publik edukatif yang memungkinkan interaksi antara penelitian ilmiah dan masyarakat.

2.1.5 Pengguna dan Karakter Kegiatan dalam WasteLab

WasteLab merupakan fasilitas penelitian material limbah yang bersifat interdisipliner dan terbuka, sehingga melibatkan berbagai kelompok pengguna dengan karakter aktivitas yang berbeda namun saling terintegrasi. Keberagaman pengguna ini membentuk sistem kegiatan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga edukatif dan eksploratif, sehingga ruang yang dirancang harus mampu mengakomodasi kebutuhan penelitian, pembelajaran, kreativitas, serta interaksi publik secara bersamaan.

Pengguna dan karakter kegiatan dalam WasteLab dapat diuraikan sebagai berikut:

1) Peneliti dan Akademisi – Aktivitas Penelitian Material

Peneliti dan akademisi merupakan pelaku utama dalam WasteLab yang berfokus pada kegiatan penelitian dan eksperimen material limbah. Aktivitas yang dilakukan meliputi pengujian karakter material, eksplorasi biomaterial, pengembangan material daur ulang, serta eksperimen komposisi material berbasis limbah. Kegiatan ini bersifat teknis dan membutuhkan ruang laboratorium yang terkontrol, baik dari segi keamanan, kebersihan, maupun kondisi lingkungan. Selain itu, kegiatan penelitian juga mencakup dokumentasi, analisis, serta pengembangan prototipe material yang dapat digunakan dalam bidang arsitektur dan desain berkelanjutan.

2) Mahasiswa dan Pelajar – Aktivitas Edukasi dan Pembelajaran Eksperimental

Mahasiswa dan pelajar memanfaatkan WasteLab sebagai fasilitas pembelajaran berbasis eksperimen dan eksplorasi material. Aktivitas yang terjadi tidak hanya berupa pembelajaran teoritis, tetapi juga praktik langsung melalui workshop, studio eksperimen, serta pengenalan proses transformasi limbah menjadi material baru. Melalui pendekatan *experiential learning*, pengguna dapat memahami konsep keberlanjutan, circular economy, serta inovasi material melalui pengalaman langsung dalam ruang. Dengan demikian, WasteLab berfungsi sebagai fasilitas edukatif yang mendukung proses pembelajaran berbasis praktik dan eksplorasi.

3) Komunitas Kreatif dan Desainer – Aktivitas Eksplorasi dan Inovasi Material

Komunitas kreatif dan desainer memanfaatkan WasteLab sebagai ruang eksplorasi material limbah dalam konteks inovasi dan ekspresi kreatif. Limbah tidak hanya dipahami sebagai objek teknis, tetapi juga sebagai medium kreatif yang dapat diolah menjadi instalasi, karya eksperimental, maupun prototipe material. Aktivitas ini menciptakan hubungan antara penelitian ilmiah dan praktik kreatif, serta memperkuat

karakter WasteLab sebagai ruang eksperimental yang mendukung inovasi material berbasis keberlanjutan.

4) Masyarakat Umum – Aktivitas Edukasi Publik dan Kesadaran Lingkungan

Masyarakat umum berperan sebagai pengguna dalam fungsi edukasi publik. Aktivitas yang dilakukan meliputi kunjungan edukatif, partisipasi dalam workshop lingkungan, serta interaksi dengan galeri material dan ruang pameran. Melalui aktivitas ini, WasteLab berfungsi sebagai media pembelajaran ekologis yang memperkenalkan konsep keberlanjutan, transformasi limbah, serta circular thinking kepada masyarakat secara lebih luas. Aktivitas ini juga berperan dalam meningkatkan kesadaran lingkungan dan perubahan perilaku masyarakat terhadap limbah.

5) Pengelola dan Teknisi – Aktivitas Operasional dan Pengelolaan Sistem

Pengelola dan teknisi berperan dalam mendukung operasional fasilitas, termasuk pengelolaan material, pengawasan aktivitas laboratorium, serta pemeliharaan sistem bangunan. Aktivitas ini memastikan bahwa kegiatan penelitian, edukasi, dan eksplorasi dapat berjalan secara sistematis, aman, dan terkontrol. Keberadaan pengelola juga penting dalam menjaga hubungan antara fungsi teknis dan fungsi publik dalam WasteLab.

Karakter Kegiatan dalam WasteLab Secara keseluruhan, karakter kegiatan dalam WasteLab terbentuk dari integrasi antara:

- Penelitian material yang bersifat eksperimental dan berbasis pengujian ilmiah
- Edukasi lingkungan yang bersifat interaktif dan berbasis pengalaman ruang
- Eksplorasi kreatif yang bersifat inovatif dan terbuka terhadap eksperimen material
- Kolaborasi interdisipliner antara peneliti, akademisi, desainer, dan Masyarakat

Aktivitas penelitian dan eksperimen material dalam WasteLab menghasilkan berbagai bentuk luaran yang dapat dimanfaatkan dalam bidang desain, arsitektur, maupun edukasi lingkungan. Luaran tersebut dapat berupa pengembangan biomaterial, material konstruksi berbasis limbah, prototipe produk desain berbasis daur ulang, instalasi material eksperimental, serta publikasi penelitian mengenai inovasi material berkelanjutan. Hasil penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan pengetahuan ilmiah, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai media

edukasi publik melalui galeri material, pameran, maupun program workshop yang diselenggarakan dalam fasilitas WasteLab.

Integrasi tersebut menghasilkan kebutuhan ruang yang beragam, mulai dari ruang laboratorium yang terkontrol, ruang edukasi yang interaktif, hingga ruang publik yang terbuka. Oleh karena itu, perancangan WasteLab harus mampu mengakomodasi berbagai aktivitas tersebut secara bersamaan tanpa mengganggu fungsi utama penelitian, sekaligus tetap mendukung interaksi dan pertukaran pengetahuan antar pengguna.

2.1.6 Komponen dan Sistem dalam WasteLab

WasteLab umumnya terdiri dari beberapa komponen utama:

1. Laboratorium Material (Material Research Lab)
2. Studio Eksperimen dan Fabrication
3. Galeri Material dan Pameran
4. Ruang Edukasi dan Workshop
5. Perpustakaan Material / Sample Library
6. Ruang Kolaborasi dan Komunitas
7. Area Publik dan Edukasi Interaktif
8. Sistem penyimpanan material dan utilitas penelitian

Komponen ini membentuk sistem ruang yang mendukung proses transformasi limbah menjadi pengetahuan dan inovasi material.

2.1.7 Relevansi WasteLab terhadap Arsitektur

Dalam konteks arsitektur, WasteLab memiliki relevansi sebagai fasilitas penelitian material berkelanjutan, media eksplorasi desain berbasis limbah, serta ruang edukasi ekologis. WasteLab juga merepresentasikan arsitektur eksperimental yang tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis lingkungan, tetapi juga membangun kesadaran ekologis melalui pengalaman ruang dan interaksi material. WasteLab memiliki beberapa fungsi utama:

1. Fasilitas Penelitian Material Limbah
Mendukung eksperimen material alternatif, biomaterial, dan recycled material yang dapat digunakan dalam desain dan konstruksi.
2. Fasilitas Edukasi Lingkungan

- Menyediakan pembelajaran interaktif mengenai circular economy, keberlanjutan, dan inovasi material melalui pendekatan ruang.
3. Ruang Eksplorasi Seni dan Material
Menghubungkan limbah dengan ekspresi kreatif melalui galeri material, instalasi seni, dan experimental fabrication.
 4. Pusat Inovasi Material Berkelanjutan
Menghasilkan pengetahuan dan inovasi material yang dapat diterapkan dalam arsitektur, desain produk, dan sistem konstruksi berkelanjutan.
 5. Media Transformasi Ekologis

WasteLab menjadi sarana transformasi limbah menjadi pengetahuan, inovasi, dan nilai baru bagi Masyarakat, juga contoh bagaimana arsitektur dapat berperan sebagai sistem transformasi ekologis yang menghubungkan manusia, material, dan lingkungan dalam kerangka keberlanjutan. Dengan demikian, WasteLab tidak hanya menjadi objek desain, tetapi juga pendekatan arsitektur yang merepresentasikan transformasi limbah menjadi pengetahuan dan nilai baru.

2.2 Tinjauan Arsitektur Ekologis

2.2.1 Pengertian Arsitektur Ekologis

Arsitektur ekologis merupakan pendekatan perancangan yang menempatkan keseimbangan antara manusia, bangunan, dan lingkungan sebagai dasar utama dalam proses desain. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada efisiensi energi atau penggunaan material ramah lingkungan, tetapi juga mempertimbangkan dampak ekologis bangunan secara menyeluruh, mulai dari tahap perencanaan, konstruksi, operasional, hingga siklus hidup bangunan.

Menurut *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, arsitektur berkelanjutan (yang menjadi dasar arsitektur ekologis) merupakan pendekatan desain yang bertujuan mengurangi dampak negatif bangunan terhadap lingkungan melalui efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, dan integrasi sistem ekologis. Dalam konteks ini, arsitektur ekologis tidak hanya meminimalkan kerusakan lingkungan, tetapi juga berupaya menciptakan hubungan yang harmonis antara bangunan dan ekosistemnya.

Selain itu, *Design with Nature* menekankan bahwa perancangan harus mengikuti sistem alam dan kondisi ekologis setempat. Prinsip ini menegaskan bahwa arsitektur bukanlah objek yang berdiri terpisah dari lingkungan, melainkan bagian dari sistem ekologis yang saling terhubung.

2.2.2 Perkembangan Arsitektur Ekologis

Arsitektur ekologi sering dipahami sebagai konsep modern, padahal prinsip dasarnya telah muncul sejak awal perkembangan peradaban manusia. Setiap proses pembangunan lingkungan binaan selalu membawa konsekuensi terhadap sistem alam, sehingga muncul kesadaran untuk menjaga keseimbangan antara aktivitas manusia dan lingkungan. Arsitektur ekologis berfokus pada upaya melestarikan, memulihkan, serta mengintegrasikan elemen alam ke dalam lingkungan terbangun, baik melalui penerapan ruang hijau pada bangunan maupun melalui perencanaan kota yang selaras dengan sistem ekologis. Pendekatan ini merupakan bagian dari strategi penghijauan perkotaan yang bertujuan menciptakan hubungan simbiotik antara lingkungan alami dan lingkungan binaan, serta semakin relevan seiring meningkatnya kesadaran global terhadap perubahan iklim (*Beatley, 2011*).

Secara historis, prinsip arsitektur ekologis telah diterapkan sejak ribuan tahun lalu. Salah satu contoh awal adalah kompleks Angkor Wat di Kamboja yang dibangun pada abad ke-12, yang menunjukkan integrasi antara sistem arsitektur dan lingkungan melalui penggunaan material lokal, pengelolaan air berbasis irigasi, serta pemanfaatan teknologi pasif untuk menjaga kenyamanan termal. Pendekatan ini secara tidak langsung mengurangi jejak karbon, terutama dari sektor transportasi material bangunan yang hingga kini masih menjadi salah satu penyumbang emisi terbesar dalam industri konstruksi (*Yeang, 1999*). Studi terhadap praktik arsitektur tradisional tersebut menunjukkan bahwa prinsip keberlanjutan telah lama menjadi bagian dari praktik arsitektur, meskipun belum dirumuskan secara konseptual seperti saat ini.

Perkembangan arsitektur ekologi modern mulai menguat pada dekade 1960-an, seiring munculnya gerakan advokasi lingkungan di Amerika Serikat sebagai respons terhadap ekspansi urban dan suburban yang pesat serta meningkatnya degradasi lingkungan akibat pembangunan modern. Pemikiran ini kemudian dirumuskan secara teoritis oleh Ian McHarg melalui bukunya *Design With Nature* yang menekankan

pentingnya pendekatan ekologis dalam perencanaan dan perancangan lingkungan binaan (McHarg, 1969). Sejak saat itu, arsitektur ekologis terus berkembang baik dari sisi teknologi, pendekatan desain, maupun penerimaan publik.

Memasuki abad ke-21, arsitektur ekologi menjadi semakin relevan sebagai respons terhadap dampak negatif pembangunan konvensional terhadap lingkungan. Sektor bangunan diketahui mengonsumsi lebih dari separuh sumber daya dunia, termasuk sebagian besar air tawar, energi, dan bahan mentah, serta berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca dan limbah padat. Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara arsitektur dan lingkungan berada pada titik kritis sehingga diperlukan pendekatan desain yang lebih berkelanjutan.

Arsitektur ekologi kontemporer bertujuan menciptakan bangunan yang bekerja selaras dengan lingkungan melalui prinsip penggunaan kembali material, efisiensi energi, pemanfaatan energi terbarukan, konservasi sumber daya, serta pemilihan lokasi yang responsif terhadap kondisi ekologis. Penerapan prinsip-prinsip tersebut menghasilkan arsitektur yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mampu meningkatkan kualitas hidup manusia (Yeang, 1999).

Pertumbuhan arsitektur ekologis didorong oleh dua faktor utama, yaitu kebutuhan lingkungan dan nilai estetika. Meningkatnya pemahaman terhadap perubahan iklim mendorong kota-kota di dunia untuk mengadopsi strategi ekologis dalam perencanaan dan pembangunan. Salah satu indikator yang digunakan adalah *City Biodiversity Index (CBI)*, yang mengukur kualitas biodiversitas perkotaan berdasarkan kondisi ekosistem, jasa lingkungan, dan pengelolaan keanekaragaman hayati. Ketika nilai biodiversitas suatu kota rendah, pendekatan arsitektur ekologis seperti penerapan atap hijau, dinding hidup, serta integrasi sistem ekologis dalam bangunan baru sering menjadi strategi utama untuk meningkatkan kualitas lingkungan sekaligus mengurangi jejak karbon.

Seiring perkembangan zaman, arsitektur ekologi terus beradaptasi terhadap dinamika urbanisasi dan tantangan perubahan iklim global. Jika pendekatan arsitektur konvensional cenderung mempercepat degradasi lingkungan, maka arsitektur ekologis hadir sebagai alternatif yang menekankan keseimbangan antara pembangunan dan keberlanjutan. Saat ini, semakin banyak kota di dunia mengintegrasikan prinsip ekologis ke dalam kebijakan perencanaan dan desain, menjadikan arsitektur ekologi sebagai

pendekatan penting dalam menciptakan lingkungan binaan yang berkelanjutan dan resilien.

2.2.3 Prinsip Dasar Arsitektur Ekologis

Arsitektur ekologis memiliki beberapa prinsip dasar yang menjadi landasan dalam proses perancangan.

1. Efisiensi energi

Meminimalkan konsumsi energi melalui strategi pasif seperti orientasi bangunan, ventilasi alami, pencahayaan alami, serta pengendalian panas. Menurut United Nations Environment Programme, sektor bangunan merupakan salah satu penyumbang emisi energi terbesar, sehingga efisiensi energi menjadi komponen utama dalam desain berkelanjutan.

2. Penggunaan material berkelanjutan

Pemilihan material yang memiliki dampak lingkungan rendah, dapat didaur ulang, atau berasal dari sumber terbarukan. Prinsip ini juga mencakup penggunaan kembali material (*reuse*) dan pemanfaatan material lokal untuk mengurangi jejak karbon.

3. Pengelolaan sumber daya, meliputi efisiensi penggunaan air, pengurangan limbah konstruksi, serta optimalisasi siklus hidup bangunan.

Pendekatan ini menekankan bahwa bangunan harus dirancang sebagai sistem yang mampu meminimalkan penggunaan sumber daya dan menghasilkan dampak lingkungan serendah mungkin.

4. Integrasi dengan lingkungan

Perancangan yang mempertimbangkan kondisi tapak, iklim, ekosistem, serta hubungan bangunan dengan lingkungan sekitar. Prinsip ini menekankan bahwa bangunan harus menjadi bagian dari sistem ekologis, bukan elemen yang merusak keseimbangan lingkungan.

5. Kesehatan dan kenyamanan pengguna, dimana arsitektur ekologis tidak hanya berfokus pada lingkungan, tetapi juga pada kualitas ruang dalam, pencahayaan alami, ventilasi, serta kualitas udara yang mendukung kesehatan pengguna.

2.2.4 Parameter Desain dalam Arsitektur Ekologis

Dalam penerapannya, arsitektur ekologis memiliki beberapa parameter desain yang dapat digunakan sebagai acuan perancangan.

a. Desain Pasif Iklim

Strategi perancangan yang memanfaatkan kondisi alam seperti arah matahari, angin, dan suhu untuk mengurangi kebutuhan energi mekanis. Parameter kedua adalah material berkelanjutan, mencakup penggunaan material daur ulang, material rendah energi (low embodied energy), serta material lokal.

b. Efisiensi Sistem Bangunan

Meliputi sistem pencahayaan, ventilasi, air, dan energi yang dirancang untuk meminimalkan konsumsi sumber daya. Parameter keempat adalah manajemen limbah, yaitu perancangan yang mempertimbangkan pengurangan, penggunaan kembali, serta pengolahan limbah dalam siklus bangunan.

c. Adaptasi Terhadap Lingkungan

dimana bangunan mampu merespon perubahan lingkungan, baik dari segi iklim, sosial, maupun ekologis.

2.2.5 Penerapan Arsitektur Ekologis dalam Desain Bangunan

Penerapan arsitektur ekologis dalam desain bangunan tidak hanya berfokus pada aspek teknis seperti efisiensi energi dan pengurangan dampak lingkungan, tetapi juga mencakup dimensi konseptual, pengalaman ruang, serta hubungan antara manusia, bangunan, dan sistem ekologis. Arsitektur ekologis memandang bangunan sebagai bagian dari ekosistem yang saling berinteraksi, sehingga desain harus mampu merespons kondisi lingkungan secara adaptif dan berkelanjutan.

Menurut *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, bangunan berkelanjutan merupakan integrasi antara teknologi, lingkungan, dan manusia dalam satu sistem yang efisien, adaptif, serta memiliki kinerja jangka panjang. Prinsip ini diwujudkan melalui strategi desain seperti efisiensi energi, pengelolaan air, penggunaan material ramah lingkungan, serta pengolahan ruang yang responsif terhadap iklim dan kondisi tapak. Selain itu, pendekatan ekologis juga menekankan pentingnya fleksibilitas ruang, keberlanjutan siklus hidup bangunan, serta integrasi antara sistem alami dan sistem buatan.

Dalam konteks pengalaman ruang, arsitektur ekologis berperan sebagai media edukasi yang memungkinkan pengguna memahami keterkaitan antara bangunan dan lingkungan. Transparansi sistem bangunan, integrasi vegetasi, serta keterlibatan elemen alam seperti cahaya, air, dan lanskap menjadi bagian dari strategi desain yang tidak hanya meningkatkan kualitas ruang, tetapi juga memperkuat kesadaran ekologis pengguna. Dengan demikian, bangunan tidak hanya berfungsi sebagai wadah aktivitas, tetapi juga sebagai representasi keberlanjutan dan sarana pembelajaran lingkungan.

Penerapan prinsip arsitektur ekologis dalam desain bangunan dapat dilihat melalui berbagai contoh arsitektur yang mengintegrasikan elemen alami, sistem bangunan, serta pengalaman ruang pengguna secara terpadu. Ilustrasi penerapan tersebut ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.0.1 Bangunan *The Meera Sky Garden House*, Singapura Dengan Penerapan Arsitektur Ekologis

(Sumber thepinnaclelist.com)

Bangunan *The Meera Sky Garden House* menunjukkan penerapan arsitektur ekologis melalui integrasi ruang hijau ke dalam struktur bangunan. Penerapan *green roof*, taman bertingkat, serta vegetasi vertikal tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika, tetapi juga berperan dalam mengendalikan iklim mikro, mengurangi panas permukaan, meningkatkan kualitas udara, serta mendukung keseimbangan ekologis kawasan. Hubungan visual yang kuat antara ruang dalam dan ruang luar memperkuat konsep

simbiosis antara bangunan dan alam, di mana vegetasi menjadi bagian integral dari sistem bangunan. Pendekatan ini mencerminkan prinsip arsitektur ekologis yang menekankan integrasi lingkungan alami ke dalam lingkungan terbangun secara berkelanjutan.



Gambar 2.0.2 Bangunan Logie Point, Perancis Dengan Penerapan Arsitektur Ekologis

(Sumber archdaily.com)

Contoh lain ditunjukkan oleh *Logie Point House* di Perancis yang menerapkan pendekatan ekologis melalui integrasi lanskap alami, penggunaan vegetasi lokal, serta hubungan harmonis antara bangunan dan lingkungan sekitarnya. Kehadiran elemen air berupa kolam alami, penggunaan material yang selaras dengan konteks lingkungan, serta pengolahan lanskap produktif menunjukkan bahwa bangunan dirancang sebagai bagian dari sistem ekologis yang saling terhubung. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kualitas lingkungan, tetapi juga memperkuat keberlanjutan melalui hubungan antara tanah, air, vegetasi, dan aktivitas manusia.

Kedua contoh tersebut menunjukkan bahwa penerapan arsitektur ekologis tidak terbatas pada penggunaan teknologi ramah lingkungan, tetapi juga mencakup integrasi lanskap, pengalaman ruang, serta hubungan ekologis antara bangunan dan lingkungan. Bangunan berfungsi sebagai sistem yang adaptif dan edukatif, di mana pengguna dapat memahami interaksi antara arsitektur dan lingkungan melalui pengalaman ruang yang tercipta. Prinsip ini menjadi landasan penting dalam perancangan bangunan berbasis

arsitektur ekologis, terutama pada fasilitas yang berfungsi sebagai ruang penelitian, edukasi, dan eksplorasi lingkungan, di mana bangunan tidak hanya menjadi wadah aktivitas tetapi juga media pembelajaran keberlanjutan.

2.2.6 Relevansi Arsitektur Ekologis terhadap Perancangan WasteLab

Pendekatan arsitektur ekologis memiliki relevansi yang kuat terhadap perancangan WasteLab, karena fasilitas ini berfokus pada penelitian material limbah, keberlanjutan, dan edukasi lingkungan. Arsitektur ekologis menjadi dasar dalam merancang WasteLab sebagai bangunan yang tidak hanya efisien secara lingkungan, tetapi juga mampu merepresentasikan transformasi limbah menjadi pengetahuan dan inovasi material.

Melalui pendekatan ini, WasteLab dapat dirancang dengan prinsip efisiensi energi, penggunaan material daur ulang, minim dampak lingkungan, serta integrasi dengan sistem ekologis tapak. Selain itu, arsitektur ekologis memungkinkan WasteLab berfungsi sebagai *living laboratory*, dimana bangunan menjadi media pembelajaran ekologis melalui pengalaman ruang dan eksplorasi material.

Dengan demikian, arsitektur ekologis tidak hanya menjadi pendekatan teknis dalam perancangan WasteLab, tetapi juga menjadi landasan konseptual yang menghubungkan penelitian material, edukasi lingkungan, dan keberlanjutan dalam satu sistem arsitektur.

2.3 Studi Preseden

Studi preseden dilakukan sebagai dasar pembelajaran dalam memahami penerapan konsep, pendekatan desain, sistem ruang, serta strategi arsitektural pada proyek sejenis. Melalui studi ini, dapat diidentifikasi prinsip-prinsip desain yang relevan, kelebihan dan kekurangan objek pembandingan, serta potensi penerapannya dalam perancangan WasteLab berbasis arsitektur ekologis. Studi preseden pada penelitian ini difokuskan pada bangunan yang memiliki fungsi penelitian, edukasi, eksplorasi lingkungan, serta integrasi antara arsitektur dan sistem ekologis.

2.3.1 Kriteria Pemilihan Preseden

Pemilihan objek preseden didasarkan pada kriteria berikut:

- Memiliki fungsi penelitian, edukasi, atau eksplorasi lingkungan
- Menerapkan prinsip arsitektur ekologis dan keberlanjutan

- Mengintegrasikan bangunan dengan sistem lingkungan
- Memiliki nilai edukatif dan pengalaman ruang yang kuat
- Relevan dengan konsep WasteLab sebagai ruang riset, edukasi, dan seni ekologis

2.3.2 Preseden 1 – *Eden Project*

a. Data

Lokasi: Bodelva, Cornwall, England

Arsitek: Nicholas Grimshaw – Grimshaw Architects

Tahun Pembangunan : 1998 - 2001

Luas Area : 23.000 m²

Fungsi : Botanical research center, edukasi lingkungan, dan wisata ekologis



Gambar 2.0.3 Bangunan Eden Project, United Kingdom

(Sumber archdaily.com)

Eden Project merupakan sebuah kompleks lingkungan dan edukasi yang dibangun pada bekas area tambang tanah liat yang sudah tidak digunakan di Cornwall, Inggris. Proyek ini bertujuan untuk merehabilitasi lahan bekas tambang sekaligus menciptakan pusat edukasi yang menampilkan hubungan antara manusia, alam, dan keberlanjutan lingkungan.

Gagasan pembangunan *Eden Project* muncul dari Tim Smit yang ingin menciptakan sebuah fasilitas yang dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan serta keberlanjutan sumber daya alam. Proyek ini kemudian

dirancang oleh Grimshaw Architects dengan pendekatan arsitektur yang menekankan pada efisiensi energi, inovasi struktur, serta integrasi bangunan dengan lanskap alami.

Pembangunan *Eden Project* menjadi contoh penting dalam penerapan arsitektur berkelanjutan karena memanfaatkan kembali lahan yang telah rusak akibat aktivitas industri menjadi kawasan edukasi lingkungan yang produktif.

b. Konsep Perancangan dan Struktur



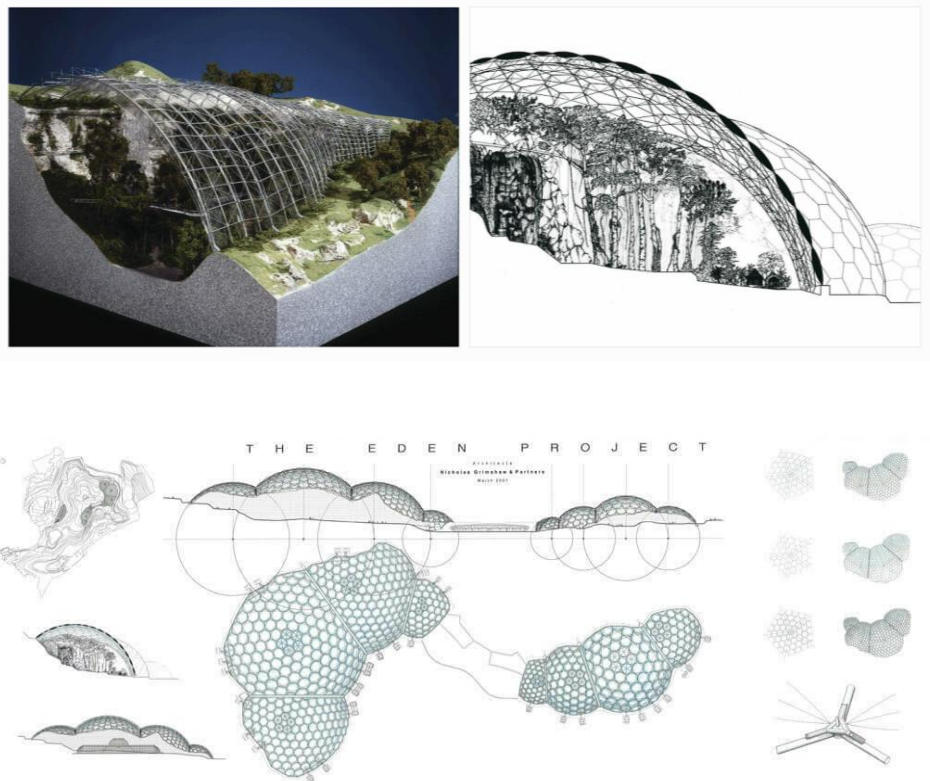
Gambar 0.4 Tampak atas Eden Project

Konsep utama perancangan *Eden Project* adalah menciptakan sebuah ekosistem buatan yang mampu menampung berbagai jenis tanaman dari berbagai iklim di dunia dalam satu kawasan. Untuk mewujudkan konsep tersebut, dirancang beberapa struktur berbentuk kubah besar yang disebut *biomes*, yaitu ruang tertutup yang mengontrol kondisi iklim di dalamnya.

Konsep desain ini didasarkan pada ide *biosphere*, yaitu sistem lingkungan yang memungkinkan berbagai organisme hidup dalam kondisi yang terkontrol. Setiap biome memiliki kondisi iklim yang berbeda sehingga mampu menampung berbagai jenis vegetasi dari berbagai wilayah di dunia.

Selain itu, desain bangunan juga dirancang untuk menyesuaikan dengan kondisi topografi bekas tambang yang memiliki kontur tidak beraturan. Alih-alih meratakan lahan, arsitek memilih untuk mengikuti bentuk alami lembah yang ada sehingga bangunan dapat menyatu dengan lanskap sekitarnya.

Pendekatan ini menunjukkan penerapan prinsip ecological architecture, yaitu desain yang mempertimbangkan hubungan antara bangunan, lingkungan, dan sistem ekologi.



Gambar 2.0.5 Struktur Eden Project

Salah satu elemen paling ikonik dari *Eden Project* adalah struktur kubah besar yang tersusun dari modul heksagonal dan pentagonal menyerupai struktur gelembung sabun. Struktur ini terinspirasi dari geometri geodesic dome yang memungkinkan terciptanya bentang ruang besar dengan penggunaan material yang relatif efisien.

Struktur utama bangunan terdiri dari rangka baja ringan yang membentuk jaringan geodesik. Pada bagian penutup bangunan digunakan material ETFE (*Ethylene Tetrafluoroethylene*), yaitu material plastik transparan yang memiliki berat jauh lebih ringan dibandingkan kaca tetapi tetap mampu mentransmisikan cahaya matahari secara optimal.

Penggunaan ETFE memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- berat material sangat ringan
- memiliki kemampuan isolasi termal yang baik
- memungkinkan transmisi cahaya alami tinggi
- lebih efisien secara energi dibandingkan kaca

Struktur kubah ini juga memungkinkan terbentuknya ruang dalam yang sangat luas tanpa memerlukan banyak kolom penyangga sehingga ruang dapat dimanfaatkan secara fleksibel.

c. Fasilitas Ruang



Gambar 2.0.6 Fasilitas Eden Project

Kawasan Eden Project terdiri dari beberapa zona utama yang memiliki fungsi berbeda.

1. Rainforest Biome

Rainforest Biome merupakan biome terbesar di Eden Project yang menampung ekosistem hutan hujan tropis. Di dalamnya terdapat berbagai jenis tanaman tropis dari wilayah seperti Amerika Selatan, Afrika Barat, dan Asia Tenggara.

Ruang ini dirancang dengan tingkat kelembaban dan suhu tinggi untuk meniru kondisi alami hutan hujan tropis.

2. Mediterranean Biome

Biome kedua menampilkan ekosistem dengan iklim mediterania yang lebih kering. Tanaman yang ditampilkan berasal dari wilayah seperti:

- kawasan Mediterania
- California
- Afrika Selatan
- Australia

Zona ini memiliki suhu yang lebih sejuk dibandingkan Rainforest Biome.

3. Outdoor Gardens

Selain ruang tertutup, Eden Project juga memiliki taman terbuka yang menampilkan berbagai tanaman dari wilayah Inggris serta instalasi seni lingkungan. Area ini berfungsi sebagai ruang rekreasi sekaligus ruang edukasi mengenai hubungan antara manusia dan alam.

4. Education and Research Facilities

Eden Project juga dilengkapi dengan fasilitas pendidikan dan penelitian yang digunakan untuk kegiatan:

- penelitian botani
- program edukasi lingkungan
- workshop keberlanjutan
- pameran interaktif

Fasilitas ini menjadikan Eden Project tidak hanya sebagai objek wisata tetapi juga sebagai pusat pembelajaran lingkungan.

Eden Project menerapkan berbagai prinsip desain berkelanjutan dalam perancangannya, antara lain:

1. Rehabilitasi Lahan

Proyek ini dibangun di atas bekas area tambang yang telah rusak sehingga membantu memulihkan kualitas lingkungan kawasan tersebut.

2. Efisiensi Material

Struktur geodesik memungkinkan penggunaan material yang lebih sedikit dibandingkan struktur konvensional.

3. Pemanfaatan Energi Alami

Bangunan dirancang untuk memaksimalkan pencahayaan alami sehingga mengurangi kebutuhan energi untuk penerangan.

4. Sistem Pengelolaan Air

Air hujan yang jatuh pada permukaan kubah dikumpulkan dan digunakan kembali untuk kebutuhan irigasi tanaman di dalam kawasan.

2.3.3 Preseden 2 – Centre for Interactive Research on Sustainability (CIRS)

a. Data

Lokasi : 2260 West Mall, Vancouver, British Columbia, Canada

Arsitek : Perkins+Will

Tahun Pembangunan : 2009 – 2011

Luas Area : 5,675 m²

Fungsi : pusat penelitian keberlanjutan, laboratorium, ruang edukasi, dan kantor akademik



Gambar 2.0.7 Tampak CIRS

Centre for Interactive Research on Sustainability (CIRS) merupakan fasilitas penelitian yang berfokus pada pengembangan solusi keberlanjutan dalam bidang lingkungan, energi, serta pembangunan berkelanjutan. Bangunan ini didirikan oleh University of British Columbia sebagai pusat kolaborasi antara peneliti, akademisi, industri, serta masyarakat dalam mengembangkan inovasi yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

Tujuan utama pembangunan CIRS adalah menciptakan bangunan yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat penelitian, tetapi juga sebagai *living laboratory*, yaitu bangunan yang dapat menjadi objek penelitian itu sendiri. Melalui pendekatan ini, berbagai sistem bangunan seperti energi, air, serta material dapat dipelajari secara langsung oleh para peneliti dan mahasiswa.

Konsep ini menjadikan CIRS sebagai salah satu contoh bangunan berkelanjutan yang tidak hanya meminimalkan dampak lingkungan, tetapi juga secara aktif memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan sekitarnya.

b. Konsep Perancangan dan Struktur

Konsep utama dari CIRS adalah regenerative building, yaitu bangunan yang dirancang tidak hanya untuk mengurangi dampak lingkungan tetapi juga untuk memperbaiki kondisi lingkungan di sekitarnya.

Menurut Reed dan Mang (2005), pendekatan regeneratif dalam arsitektur bertujuan untuk menciptakan sistem bangunan yang mampu mendukung keseimbangan ekologi serta memberikan manfaat positif bagi lingkungan.

Dalam penerapannya, CIRS dirancang dengan beberapa prinsip utama:

- efisiensi energi yang tinggi
- penggunaan material ramah lingkungan
- pengelolaan air yang berkelanjutan
- penciptaan lingkungan kerja yang sehat bagi pengguna bangunan

Selain itu, bangunan ini juga dirancang untuk memaksimalkan interaksi antara pengguna dengan lingkungan melalui pencahayaan alami, ventilasi alami, serta ruang terbuka yang mendukung kegiatan sosial dan kolaboratif.

Salah satu konsep utama yang diterapkan pada CIRS adalah *living laboratory*. Dalam konsep ini, bangunan tidak hanya menjadi tempat penelitian tetapi juga menjadi objek penelitian itu sendiri.

Berbagai sistem bangunan seperti penggunaan energi, kualitas udara dalam ruang, serta performa material dipantau secara terus-menerus dan datanya digunakan sebagai bahan penelitian bagi para akademisi.

Konsep ini memungkinkan bangunan menjadi media pembelajaran langsung bagi mahasiswa dan peneliti dalam memahami prinsip keberlanjutan dalam arsitektur.



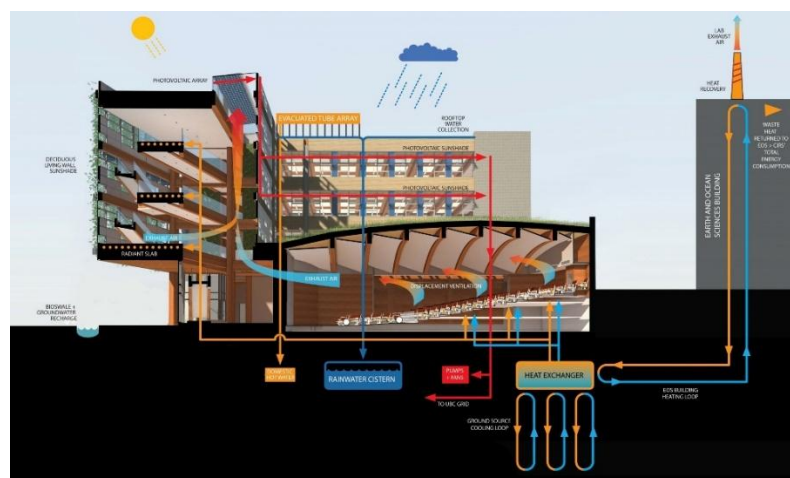
Gambar 2.0.8 Struktur Fasad CIRS

Salah satu karakteristik penting dari CIRS adalah penggunaan material yang berkelanjutan.

Struktur utama bangunan menggunakan kayu laminasi (glulam) yang berasal dari sumber kayu bersertifikasi. Penggunaan kayu sebagai material struktural memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- mengurangi emisi karbon dibandingkan beton dan baja
- merupakan material terbarukan
- memiliki kemampuan struktural yang baik

Selain itu, bangunan juga menggunakan berbagai material yang memiliki dampak lingkungan rendah serta dipilih berdasarkan analisis siklus hidup material.



Gambar 2.0.9 Siklus CIRS

CIRS dikenal sebagai salah satu bangunan yang memiliki performa lingkungan yang sangat baik. Beberapa strategi keberlanjutan yang diterapkan antara lain:

1. Sistem Energi

Bangunan dirancang untuk menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan energi yang dikonsumsi. Hal ini dicapai melalui penggunaan sistem energi terbarukan serta efisiensi energi pada desain bangunan.

2. Sistem Ventilasi Alami

CIRS memanfaatkan ventilasi alami untuk mengurangi penggunaan sistem pendingin mekanis. Sistem ventilasi ini dirancang untuk memanfaatkan pergerakan udara alami melalui bukaan serta atrium bangunan.

3. Pengelolaan Air

Bangunan dilengkapi dengan sistem pengumpulan air hujan yang digunakan kembali untuk berbagai kebutuhan bangunan seperti irigasi dan toilet.

4. Pencahayaan Alami

Desain bangunan memaksimalkan penggunaan pencahayaan alami melalui penggunaan bukaan besar serta skylight sehingga mengurangi kebutuhan energi untuk pencahayaan buatan.

c. Fasilitas Ruang



Gambar 0.10 Denah CIRS

Secara arsitektural, CIRS dirancang sebagai bangunan akademik yang mengintegrasikan ruang penelitian, ruang kerja, serta ruang publik dalam satu sistem yang terpadu. Bangunan ini terdiri dari beberapa fungsi ruang utama, yaitu:

1. Laboratorium Penelitian

Laboratorium digunakan untuk berbagai kegiatan penelitian yang berkaitan dengan isu keberlanjutan, seperti energi terbarukan, pengelolaan air, serta teknologi bangunan berkelanjutan.

2. Ruang Kantor dan Kolaborasi

Bangunan menyediakan ruang kerja bagi para peneliti dan akademisi yang dirancang untuk mendukung interaksi dan kolaborasi antar disiplin ilmu.

3. Ruang Edukasi dan Konferensi

CIRS juga memiliki ruang konferensi dan ruang kelas yang digunakan untuk kegiatan pendidikan serta seminar yang berkaitan dengan isu keberlanjutan.

4. Ruang Publik

Area publik seperti lobby, ruang pameran, serta ruang interaksi dirancang untuk memungkinkan masyarakat umum memahami berbagai inovasi yang dikembangkan dalam bangunan ini.

2.3.4 Preseden 3 – CopenHill

a. Data

Lokasi : Vindmøllevvej 6, 2300 København S, Denmark

Arsitek : Bjarke Ingels – Bjarke Ingels Group (BIG)

Tahun Pembangunan : 2017 – 2019

Luas Area : 41.000 m²

Fungsi : fasilitas pengolahan sampah menjadi energi (*waste-to-energy plant*) sekaligus ruang rekreasi public



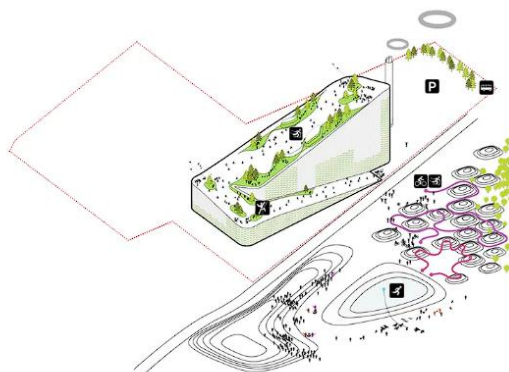
Gambar 0.11 Bangunan CopenHill

CopenHill merupakan fasilitas pengolahan sampah modern yang berfungsi mengubah limbah menjadi energi listrik dan panas untuk kebutuhan kota. Proyek ini dibangun sebagai bagian dari strategi kota Copenhagen untuk mencapai target sebagai kota bebas karbon pada tahun 2025.

Fasilitas ini menggantikan pembangkit energi lama yang tidak lagi efisien serta bertujuan untuk meningkatkan sistem pengelolaan sampah kota dengan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Selain berfungsi sebagai fasilitas utilitas kota, *CopenHill* juga dirancang sebagai ruang publik yang dapat diakses masyarakat.

Pendekatan ini menunjukkan perubahan paradigma dalam desain fasilitas industri, di mana bangunan utilitas tidak lagi dirancang sebagai infrastruktur tertutup, tetapi dapat menjadi bagian dari kehidupan kota dan memberikan manfaat sosial bagi masyarakat.

b. Konsep Perancangan dan Sistem



Gambar 0.12 Konsep perancangan CopenHill

Konsep utama dari CopenHill adalah menggabungkan fungsi industri dengan ruang publik dalam satu bangunan yang terintegrasi. Pendekatan ini disebut sebagai “*hedonistic sustainability*”, yaitu konsep desain yang menggabungkan keberlanjutan lingkungan dengan pengalaman rekreasi yang menyenangkan bagi masyarakat.

Menurut Bjarke Ingels, keberlanjutan tidak harus diwujudkan melalui pengorbanan kenyamanan atau kesenangan, tetapi dapat menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat modern. Oleh karena itu, bangunan ini dirancang tidak hanya sebagai fasilitas pengolahan sampah tetapi juga sebagai tempat rekreasi yang menarik bagi masyarakat.

Salah satu elemen paling ikonik dari desain CopenHill adalah atap bangunan yang dirancang sebagai lereng ski buatan, sehingga masyarakat dapat menggunakan bangunan tersebut sebagai fasilitas olahraga sepanjang tahun.

CopenHill menerapkan berbagai strategi keberlanjutan dalam desain dan operasionalnya.

1. Pengurangan Limbah

Fasilitas ini mampu mengolah ratusan ribu ton sampah setiap tahun sehingga mengurangi jumlah limbah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir.

2. Produksi Energi Terbarukan

Energi yang dihasilkan dari proses waste-to-energy digunakan untuk menyediakan listrik dan pemanas bagi ribuan rumah di Copenhagen.

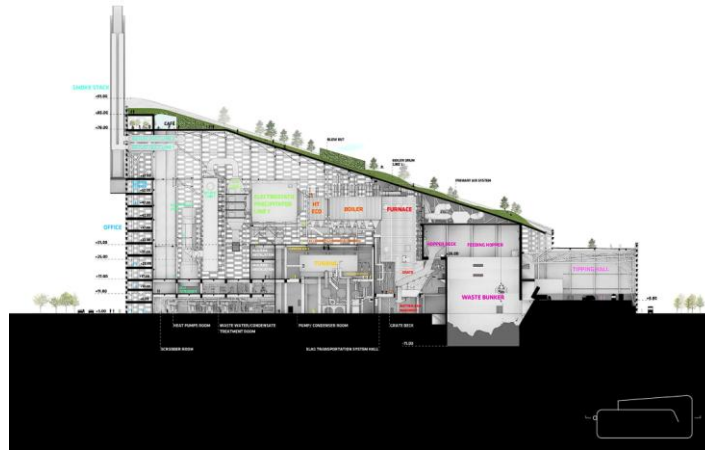
3. Integrasi Infrastruktur dengan Kota

Bangunan dirancang sebagai bagian dari ruang publik kota sehingga meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan.

4. Edukasi Lingkungan

Dengan menyediakan ruang observasi dan jalur wisata, CopenHill berfungsi sebagai sarana edukasi bagi masyarakat mengenai sistem pengelolaan sampah modern.

c. Fasilitas Ruang



Gambar 0.13 Potongan CopenHill

Secara arsitektural, bentuk bangunan CopenHill menyerupai sebuah bukit buatan dengan permukaan miring yang dapat digunakan sebagai jalur ski. Bentuk ini tidak hanya memberikan identitas visual yang kuat tetapi juga menciptakan fungsi tambahan bagi bangunan utilitas yang biasanya bersifat tertutup. Bangunan ini memiliki beberapa Fasilitas utama, yaitu:

1. Atap Rekreasi

Atap bangunan dirancang sebagai ruang publik yang dapat digunakan untuk berbagai aktivitas seperti:

- ski
- hiking
- climbing wall
- area observasi kota

Pendekatan ini menunjukkan bagaimana infrastruktur kota dapat diintegrasikan dengan ruang publik.

2. Fasad Modular

Fasad bangunan menggunakan panel aluminium besar yang disusun secara modular. Desain fasad ini memberikan karakter industrial yang kuat sekaligus mencerminkan fungsi bangunan sebagai fasilitas pengolahan limbah.

Selain itu, fasad juga dirancang untuk memberikan pencahayaan alami ke dalam ruang industri di dalam bangunan.

3. Ruang Industri Transparan

Berbeda dengan fasilitas industri konvensional yang tertutup, CopenHill dirancang dengan area observasi sehingga pengunjung dapat melihat langsung proses pengolahan sampah di dalam bangunan.

Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap proses pengelolaan limbah serta pentingnya sistem pengolahan sampah yang berkelanjutan.

2.3.5 Preseden 4 – *Waste4Change*

a. Data

Lokasi : Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

Tahun Operasional : 2017

Jenis Fasilitas : fasilitas pengelolaan dan pemilahan sampah (*material recovery facility*)

Fungsi : pengumpulan, pemilahan, pengolahan, serta edukasi pengelolaan sampah berkelanjutan



Gambar 0.14 Tampak Waste4Change

Waste4Change merupakan perusahaan pengelolaan sampah berbasis keberlanjutan yang menyediakan layanan pengelolaan sampah terpadu untuk rumah tangga, perkantoran, serta industri. Fasilitas *Waste4Change* di Bekasi berfungsi sebagai pusat pengolahan sampah yang menerima berbagai jenis limbah dari pelanggan yang telah berlangganan layanan pengelolaan sampah perusahaan tersebut.

Berdasarkan pengamatan pada fasilitas ini, sistem pengelolaan sampah yang diterapkan tidak hanya berfokus pada proses pembuangan akhir, tetapi lebih menekankan pada pemilahan material sehingga sampah yang masih memiliki nilai guna dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali. Pendekatan ini sesuai dengan

konsep circular economy, di mana limbah diperlakukan sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali dalam siklus produksi.

Fasilitas ini juga memiliki fungsi edukasi dengan menerima kunjungan dari berbagai institusi pendidikan maupun komunitas yang ingin mempelajari sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

b. Konsep Perancangan dan Sistem

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap sistem operasional di fasilitas ini, proses pengelolaan sampah di Waste4Change terdiri dari beberapa tahapan utama.

1. Penerimaan Sampah

Sampah yang berasal dari pelanggan terlebih dahulu dikumpulkan menggunakan kendaraan operasional perusahaan. Setelah tiba di fasilitas pengolahan, sampah diturunkan pada area penerimaan yang berfungsi sebagai titik awal proses pengolahan.

Pada tahap ini, sampah biasanya masih bercampur sehingga diperlukan proses pemilahan lebih lanjut.

2. Proses Pemilahan

Proses pemilahan merupakan tahap utama dalam sistem pengelolaan sampah di Waste4Change. Pada area ini, pekerja memilah sampah secara manual berdasarkan jenis materialnya. Material yang dipilah antara lain:

- plastik
- kertas
- logam
- kaca
- sampah organik
- residu

Proses pemilahan dilakukan pada meja kerja atau conveyor sederhana sehingga pekerja dapat mengelompokkan material dengan lebih efisien.

3. Pengolahan Material Daur Ulang

Material yang telah dipilah kemudian diproses lebih lanjut sesuai dengan jenisnya. Beberapa material seperti plastik dan kertas dikumpulkan untuk kemudian dikirim ke industri daur ulang. Sementara itu, sampah organik dapat diolah menjadi kompos atau bahan pengolahan lainnya.

Material yang tidak dapat didaur ulang dikategorikan sebagai residu dan akan dikirim ke fasilitas pengolahan lanjutan atau tempat pembuangan akhir.

4. Penyimpanan Material

Material yang telah dipilah disimpan sementara dalam area penyimpanan sebelum didistribusikan ke industri pengolahan daur ulang.

Area penyimpanan biasanya berupa ruang terbuka atau gudang yang dilengkapi dengan rak atau kontainer untuk memisahkan berbagai jenis material.

Secara umum, fasilitas Waste4Change Bekasi memiliki pembagian zona ruang yang mendukung proses operasional pengelolaan sampah. Zona-zona utama dalam fasilitas ini meliputi:

1. Area Penerimaan Sampah

Area ini merupakan titik pertama dalam proses pengolahan sampah, tempat kendaraan operasional menurunkan sampah yang telah dikumpulkan dari pelanggan. Area ini biasanya dirancang terbuka agar memudahkan kendaraan masuk dan keluar.

2. Area Pemilahan Sampah

Zona ini merupakan ruang kerja utama di mana proses pemilahan sampah dilakukan. Area ini biasanya dilengkapi dengan meja kerja, conveyor sederhana, serta wadah pemisah material. Ventilasi alami menjadi aspek penting dalam ruang ini untuk menjaga kenyamanan pekerja serta mengurangi bau yang dihasilkan dari sampah.

3. Area Penyimpanan Material

Material yang telah dipilah disimpan pada area ini sebelum dikirim ke industri daur ulang. Penyimpanan dilakukan berdasarkan jenis material untuk mempermudah proses distribusi.

4. Area Kantor dan Administrasi

Fasilitas ini juga memiliki ruang kantor yang digunakan untuk kegiatan administrasi, pengelolaan data operasional, serta koordinasi kegiatan pengelolaan sampah.

5. Area Edukasi dan Kunjungan

Waste4Change juga menyediakan area untuk menerima kunjungan dari masyarakat atau institusi pendidikan yang ingin mempelajari sistem

pengelolaan sampah berkelanjutan. Pada area ini biasanya dilakukan kegiatan presentasi, diskusi, serta tur fasilitas pengolahan sampah.

Fasilitas Waste4Change Bekasi menerapkan beberapa prinsip keberlanjutan dalam sistem operasionalnya, antara lain:

1. Pemilahan Sampah dari Sumber

Waste4Change mendorong pelanggan untuk memilah sampah sejak dari sumbernya sehingga proses pengolahan dapat dilakukan dengan lebih efisien.

2. Pengurangan Sampah ke TPA

Melalui proses pemilahan dan daur ulang, sebagian besar sampah dapat dimanfaatkan kembali sehingga jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir dapat dikurangi.

3. Edukasi Masyarakat

Kegiatan edukasi yang dilakukan oleh Waste4Change bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

2.3.6 Preseden 5 – Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM

a. Data

Lokasi : Yogyakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Jenis Fasilitas : pusat penelitian dan pengembangan lingkungan

Fungsi : penelitian, edukasi, konsultasi lingkungan, dan pengembangan kebijakan lingkungan.



Gambar 0.15 Tampak Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM

Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada merupakan lembaga penelitian yang berfokus pada kajian lingkungan serta pengembangan solusi terhadap berbagai permasalahan lingkungan hidup di Indonesia. Lembaga ini berada di bawah Universitas Gadjah Mada dan menjadi salah satu pusat studi yang aktif dalam kegiatan penelitian, pendidikan, serta pengabdian kepada masyarakat di bidang lingkungan.

Berdasarkan pengamatan terhadap fasilitas ini, kegiatan utama yang dilakukan meliputi penelitian ilmiah, pelatihan, penyusunan kajian lingkungan, serta program edukasi bagi masyarakat. Kegiatan tersebut melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti teknik lingkungan, perencanaan wilayah, ekologi, serta kebijakan publik.

Keberadaan fasilitas ini tidak hanya mendukung kegiatan akademik di lingkungan universitas, tetapi juga berperan sebagai pusat konsultasi bagi pemerintah, industri, dan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

b. Fungsi dan fasilitas

Kegiatan yang berlangsung di Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM cukup beragam dan melibatkan berbagai pihak, baik dari kalangan akademisi maupun masyarakat umum. Secara umum, kegiatan utama yang dilakukan di fasilitas ini meliputi beberapa bidang berikut.

1. Penelitian Lingkungan

Kegiatan penelitian menjadi fungsi utama dari pusat studi ini. Penelitian yang dilakukan meliputi berbagai topik seperti pengelolaan sumber daya alam, perubahan iklim, pengelolaan limbah, serta pembangunan berkelanjutan.

Penelitian ini biasanya dilakukan oleh tim peneliti yang terdiri dari dosen, mahasiswa, serta tenaga ahli dari berbagai bidang ilmu.

2. Pendidikan dan Pelatihan

Selain kegiatan penelitian, pusat studi ini juga menyelenggarakan berbagai program pelatihan dan pendidikan yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan hidup. Program pelatihan tersebut biasanya ditujukan bagi:

- mahasiswa
- aparatur pemerintah
- praktisi lingkungan
- masyarakat umum

Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas sumber daya manusia dalam memahami serta mengelola permasalahan lingkungan secara berkelanjutan.

3. Konsultasi dan Kajian Lingkungan

PSLH UGM juga berperan dalam penyusunan berbagai kajian lingkungan seperti Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) serta kajian kebijakan lingkungan. Kegiatan ini dilakukan bekerja sama dengan pemerintah maupun sektor industri dalam rangka mendukung pembangunan yang memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan.

4. Edukasi dan Sosialisasi Lingkungan

Fasilitas ini juga aktif dalam kegiatan edukasi dan sosialisasi mengenai pentingnya perlindungan lingkungan hidup. Kegiatan ini sering dilakukan melalui seminar, workshop, maupun kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Melalui kegiatan ini, pusat studi berupaya meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan.

Berdasarkan pengamatan terhadap fasilitas pusat studi ini, bangunan memiliki beberapa zona ruang utama yang mendukung kegiatan penelitian dan edukasi.

1. Ruang Administrasi

Ruang administrasi digunakan untuk kegiatan pengelolaan operasional lembaga serta koordinasi kegiatan penelitian dan pelatihan.

2. Ruang Peneliti

Ruang ini digunakan oleh para peneliti untuk melakukan kegiatan analisis data, penyusunan laporan penelitian, serta diskusi ilmiah. Biasanya ruang ini dilengkapi dengan meja kerja, komputer, serta ruang diskusi kecil untuk mendukung kegiatan kolaborasi.

3. Ruang Laboratorium

Laboratorium digunakan untuk kegiatan penelitian yang memerlukan analisis sampel lingkungan seperti air, tanah, atau limbah. Fasilitas laboratorium ini mendukung berbagai penelitian yang berkaitan dengan kualitas lingkungan serta pengelolaan sumber daya alam.

4. Ruang Seminar dan Pelatihan

Bangunan juga dilengkapi dengan ruang seminar yang digunakan untuk kegiatan pelatihan, workshop, serta diskusi ilmiah. Ruang ini biasanya digunakan untuk kegiatan yang melibatkan peserta dari luar universitas seperti pemerintah daerah atau organisasi masyarakat.

5. Ruang Publik dan Diskusi

Selain ruang formal, terdapat juga ruang diskusi informal yang digunakan untuk kegiatan diskusi antar peneliti maupun interaksi dengan pengunjung. Keberadaan ruang ini membantu menciptakan suasana kolaboratif dalam kegiatan penelitian.

Sebagai lembaga yang berfokus pada studi lingkungan, fasilitas PSLH UGM juga berupaya menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pengelolaan bangunannya. Beberapa aspek yang terlihat antara lain:

1. Lingkungan Kampus Hijau

Bangunan dikelilingi oleh vegetasi yang cukup banyak sehingga menciptakan lingkungan yang lebih sejuk serta mendukung kualitas udara yang lebih baik.

2. Pemanfaatan Pencahayaan Alami

Desain bangunan memanfaatkan bukaan jendela yang cukup besar untuk memungkinkan masuknya pencahayaan alami ke dalam ruang kerja.

3. Ruang Terbuka sebagai Area Interaksi

Area terbuka di sekitar bangunan digunakan sebagai ruang interaksi informal bagi mahasiswa, peneliti, serta pengunjung. Ruang ini juga mendukung kegiatan diskusi yang lebih santai serta kegiatan edukasi lingkungan.

2.3.7 Tabel Rekapitulasi Hasil Studi Preseden

Preseden	Eden Project	Centre for Interactive Research on Sustainability	CopenHill	Waste4Change	Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM
Fungsi Utama	Pusat edukasi lingkungan, konservasi tanaman, dan penelitian ekologi	Pusat penelitian keberlanjutan dan kolaborasi akademik	Fasilitas pengolahan sampah menjadi energi dan ruang publik	Fasilitas pengumpulan, pemilahan, dan pengelolaan sampah	Pusat penelitian dan edukasi lingkungan
Konsep Desain	Ekosistem buatan dalam struktur kubah geodesic yang mempresentasikan berbagai iklim dunia	Konsep regenerative building dan living laboratory	Integrasi fasilitas industry dengan ruang rekreasi publik	Sistem pengelolaan sampah berbasis circular economy	Integrasi penelitian, pelatihan, dan kegiatan akademik

Aspek Arsitektural Penting	Struktur kubah EFTE, integrasi bangunan dengan lanskap bekas tambang, pencahayaan alami maksimal	Penggunaan material ramah lingkungan, efisiensi energi, ventilasi alami, serta sistem monitoring bangunan	Bentuk bangunan sebagai lanskap buatan (ski slope), fasad modular aluminium, ruang observasi proses industry	Tata ruang operasional yang efisien, pemilahan material, area edukasi pengelolaan sampah	Ruang penelitian, laboratorium, ruang seminar, serta area diskusi kolaboratif
Pembelajaran untuk Perancangan WasteLab	Bangunan dapat menjadi media edukasi lingkungan serta memanfaatkan bentuk arsitektur inovatif untuk menciptakan ruang penelitian dan edukasi	Bangunan dapat menjadi objek penelitian sekaligus fasilitas edukasi mengenai sistem keberlanjutan	Infrastruktur pengolahan sampah dapat dirancang sebagai ruang publik edukatif dan memiliki nilai arsitektural tinggi	Sistem zonasi pengolahan sampah dapat menjadi referensi dalam perancangan fasilitas WasteLab	Pentingnya ruang kolaborasi, ruang edukasi, serta fasilitas penelitian dalam pusat studi lingkungan

Tabel 0.2 Rekapitulasi hasil preseden