

PENDEKATAN DESAIN REGENERATIF PADA FASILITAS PENGELOLAAN AIR SEBAGAI URBAN EDU ECO TOURISM DI WADUK SUNTER BARAT

Angelita Natasya¹⁾, Priscilla Epifania Ariaji^{2)*}

¹⁾Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Arsitektur, Perencanaan, dan Real Estat,
Universitas Tarumanagara, Jakarta
Email: *angelitasya@gmail.com*

^{2)*}Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Arsitektur, Perencanaan, dan Real Estat,
Universitas Tarumanagara, Jakarta
Email: *priscillae@ft.untar.ac.id*

*Penulis Korespondensi: *priscillae@ft.untar.ac.id*

Masuk: 07-11-2025, revisi: 07-01-2026, diterima untuk diterbitkan: 28-04-2026

Abstrak

Waduk Sunter Barat memegang peranan vital sebagai infrastruktur pengendali banjir dan ruang terbuka biru di Jakarta Utara. Namun, kawasan ini mengalami degradasi ekologis signifikan akibat pencemaran air limbah domestik dan tekanan urbanisasi yang membatasi fungsinya sebagai penyedia air bersih maupun ruang publik yang layak. Pendekatan arsitektur konvensional yang hanya berfokus pada mitigasi dampak negatif dinilai tidak lagi cukup untuk mengatasi kompleksitas kerusakan ekosistem tersebut; diperlukan strategi yang mampu memulihkan (regenerasi) sistem alam sekaligus menghidupkan kembali interaksi sosial. Penelitian ini bertujuan merumuskan desain fasilitas pengelolaan air berbasis *urban edu-eco tourism* dengan mengintegrasikan dua pendekatan teoritis: arsitektur regeneratif dan *landscape urbanism*. Metode penelitian menggunakan deskriptif kualitatif yang meliputi analisis tapak mendalam terhadap kualitas air dan kondisi spasial, studi literatur, serta sintesis desain. Hasil perancangan menunjukkan bahwa prinsip arsitektur regeneratif dapat diimplementasikan melalui sistem bangunan yang bekerja aktif membersihkan air menggunakan teknologi alami seperti *floating treatment wetland*, *constructed wetland*, dan *green roof*. Sementara itu, pendekatan *landscape urbanism* berperan dalam meleburkan batas antara massa bangunan dan lanskap melalui sirkulasi pedestrian yang organik dan atap hijau yang dapat diakses publik. Integrasi kedua pendekatan ini menghasilkan tipologi bangunan infrastruktur hibrida yang tidak hanya memulihkan kualitas air Waduk Sunter Barat, tetapi juga berfungsi sebagai sarana edukasi lingkungan yang memperkuat hubungan antara masyarakat urban dan ekosistem airnya.

Kata kunci: arsitektur regeneratif; *landscape urbanism*; pengolahan air; *urban edu-eco tourism*; Waduk Sunter Barat

Abstract

West Sunter Reservoir plays a vital role as flood control infrastructure and a blue open space in North Jakarta. However, this area is experiencing significant ecological degradation due to domestic wastewater pollution and urbanization pressures, which limit its function as a provider of clean water and a viable public space. Conventional architectural approaches focusing solely on mitigating negative impacts are deemed insufficient to address the complexity of this ecosystem damage; strategies capable of restoring (regenerating) natural systems while reviving social interactions are required. This research aims to formulate a design for a water management facility based on *urban edu-eco tourism* by integrating two theoretical approaches: regenerative architecture and *landscape urbanism*. The research employs a qualitative descriptive method, which includes in-depth site analysis regarding water quality and spatial conditions, literature studies, and design synthesis. The design results demonstrate that regenerative architecture principles can be implemented through building systems that actively purify water using natural technologies such as *floating*

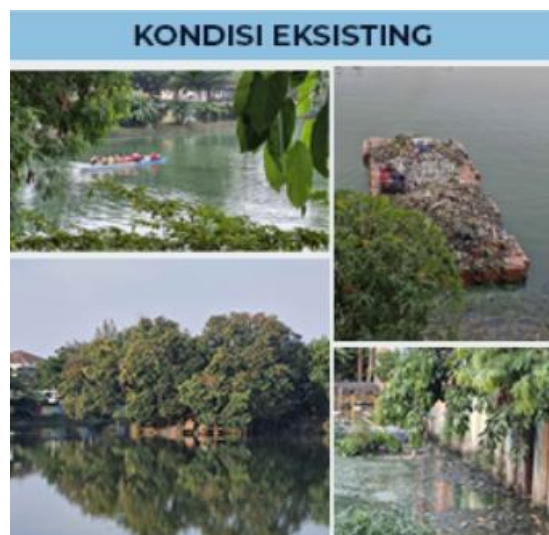
treatment wetlands, constructed wetlands, and green roofs. Meanwhile, the landscape urbanism approach serves to blur the boundaries between building mass and the landscape through organic pedestrian circulation and publicly accessible green roofs. The integration of these two approaches yields a hybrid infrastructure typology that not only restores the water quality of West Sunter Reservoir but also functions as an environmental education facility, strengthening the relationship between urban society and its water ecosystem.

Keywords: *landscape urbanism; regenerative architecture; Sunter Barat Reservoir; urban edu-eco tourism; water treatment*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jakarta, sebagai salah satu megapolitan terbesar di Asia Tenggara, kini berdiri di persimpangan kritis antara pertumbuhan urban yang eksponensial dan daya dukung lingkungan yang semakin terdegradasi. Narasi pembangunan kota selama lima dekade terakhir didominasi oleh pendekatan antroposentris yang menempatkan alam sebagai obyek eksploitasi atau musuh yang harus dikendalikan, bukan sebagai mitra ko-evolusi. Fenomena ini terlihat paling nyata dalam pengelolaan sumber daya air. Jakarta Utara, khususnya kawasan Sunter, merepresentasikan mikrokosmos dari kegagalan sistemik ini, di mana siklus hidrologi alami telah terputus total akibat betonisasi masif dan sistem drainase kanal yang kaku.



Gambar 1. Kondisi Waduk Sunter Barat 2025
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Waduk Sunter Barat, yang secara historis dirancang pada dekade 1970-an sebagai bagian dari sistem polder untuk pengendalian banjir, kini telah mengalami pergeseran fungsi yang patologis. Alih-alih menjadi aset ekologis yang produktif, waduk ini telah teralienasi menjadi "ruang sisa" (*leftover space*) atau infrastruktur utilitarian murni yang terputus dari jaringan kehidupan sosial masyarakat sekitarnya. Data pemantauan lingkungan menunjukkan bahwa waduk ini menerima beban pencemaran organik yang sangat tinggi dari inlet Kali Sunter dan saluran drainase domestik yang tidak terolah. Kondisi ini menciptakan sebuah paradoks urban yang menyakitkan: masyarakat yang bermukim di tepian badan air seluas ±36,9 hektar justru mengalami krisis akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak, memaksa mereka bergantung pada ekstraksi air tanah dalam (*deep groundwater*) yang memperparah laju penurunan muka tanah (*land subsidence*) dan intrusi air laut.

Pendekatan konvensional dalam menangani masalah ini—yang sering disebut sebagai infrastruktur "abu-abu" (*grey infrastructure*)—cenderung bersifat reaktif dan reduksionis. Pembangunan tanggul beton, pengerukan sedimen, dan instalasi pompa mekanis memang memberikan solusi sesaat untuk pengendalian banjir, namun gagal menyentuh akar permasalahan ekologis dan sosial. Pendekatan ini menciptakan fragmentasi spasial, di mana infrastruktur air dipagari, disembunyikan, dan dianggap berbahaya, memutuskan hubungan psikologis antara warga kota dan sumber air mereka. Dalam konteks Antroposen, di mana batas antara sistem alam dan buatan semakin kabur, diperlukan intervensi arsitektur yang melampaui sekadar "keberlanjutan" (*sustainability*) yang statis menuju paradigma "regeneratif".

Paradigma keberlanjutan konvensional, yang bertujuan mencapai titik netral atau "tidak menambah kerusakan" (*do no harm*), dinilai tidak lagi memadai untuk memulihkan ekosistem yang telah rusak parah seperti Waduk Sunter Barat. Diperlukan pendekatan Arsitektur Regeneratif, sebuah kerangka kerja desain yang bertujuan untuk memulihkan (*restore*), memperbaharui (*renew*), dan merevitalisasi (*revitalize*) kapasitas sistem kehidupan untuk berevolusi menuju tingkat kesehatan dan kompleksitas yang lebih tinggi. Arsitektur regeneratif tidak hanya berbicara tentang efisiensi energi atau pengurangan limbah, tetapi tentang bagaimana intervensi bangunan dapat menjadi katalis yang memicu penyembuhan ekologis dan kohesi sosial.

Rumusan Permasalahan

Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut, Bagaimana merancang fasilitas pengolahan air hibrida yang mengintegrasikan *Nature-Based Solutions* (NBS) dan teknologi mekanis untuk mencapai standar air bersih sekaligus memulihkan ekosistem waduk; Bagaimana menerapkan prinsip Arsitektur Regeneratif untuk mentransformasi infrastruktur utilitas tertutup menjadi destinasi *Urban Edu-Eco Tourism* yang inklusif; Bagaimana desain dapat memfasilitasi ekonomi sirkular melalui pemanfaatan biomassa tanaman air, sehingga menciptakan keberlanjutan operasional dan pemberdayaan komunitas.

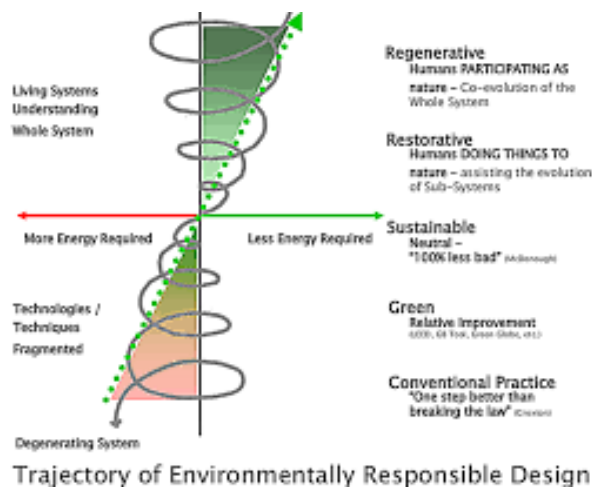
Tujuan

Tujuan utama dari proyek "Aqua Catalyst" ini adalah menghadirkan model infrastruktur perkotaan baru yang bersifat hibrida, regeneratif, dan edukatif. Sasaran spesifiknya meliputi Pemurnian Sumber Daya Air, memproduksi air bersih yang memenuhi standar baku mutu air minum dengan kapasitas suplai mencapai 20% dari kebutuhan penduduk Kelurahan Sunter Jaya (± 17.000 jiwa), menggunakan sistem filtrasi hibrida. Restorasi Ekosistem, meningkatkan indeks keanekaragaman hayati dan kualitas air waduk melalui instalasi *Floating Treatment Wetlands* (FTW) dan *Constructed Wetlands* (CW) seluas ± 4.000 m². Rekoneksi Sosial (*Placemaking*), yaitu menyediakan ruang publik produktif berupa *promenade*, galeri edukasi, dan *workshop* komunitas yang menghubungkan kembali masyarakat dengan tepian air. Pemberdayaan Ekonomi Sirkular, Mengembangkan sistem ekonomi lokal melalui pengolahan limbah biomassa (eceng gondok dan akar wangi) menjadi produk bernilai tambah.

2. KAJIAN LITERATUR

Arsitektur Regeneratif

Landasan teoritis utama dalam perancangan ini adalah Arsitektur Regeneratif. Berbeda dengan desain "Hijau" yang berfokus pada efisiensi relatif (sedikit lebih baik dari standar) atau desain "Berkelanjutan" yang bertujuan pada titik ekuilibrium (dampak nol), desain regeneratif beroperasi pada paradigma ko-evolusi. Menurut Bill Reed (2007) dan Pamela Mang (2012), regenerasi melibatkan pemahaman mendalam tentang "tempat" (*place*) sebagai sistem kehidupan yang unik. Desain tidak boleh hanya menerapkan teknologi generik, tetapi harus tumbuh dari potensi bio-fisik dan kultural spesifik lokasi tersebut.



Trajectory of Environmentally Responsible Design
Gambar 2. Kualitas Air pada Waduk Sunter Barat

Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR2YAZB-kYfpmjH9Gk-UI1WiV1ip0i8ogv6w&s>

Dalam diagram "Trajectory of Environmentally Responsible Design" yang dikembangkan oleh Reed, terdapat pergerakan dari sistem degeneratif (konvensional) menuju sistem regeneratif. Titik kuncinya adalah pergeseran pola pikir dari memandang alam sebagai sekumpulan sumber daya (*resources*) menjadi memandang alam sebagai mitra hidup yang memiliki agensi. John Tillman Lyle (1994), dalam *Regenerative Design for Sustainable Development*, menegaskan bahwa kunci regenerasi adalah mengganti aliran linier "sumber daya - konsumsi - limbah" dengan aliran siklik di mana output satu proses menjadi input bagi proses lain. Dalam konteks Aqua Catalyst, prinsip ini diterjemahkan menjadi:

Sistem Siklus Tertutup (Closed-loop Systems)

Limbah organik dalam air waduk (polutan) dipandang sebagai nutrisi (sumber daya) bagi tanaman fitoremediasi. Biomassa tanaman yang tumbuh kemudian dipanen menjadi bahan baku kerajinan, bukan dibuang sebagai sampah.

Systemic Integration

Bangunan tidak berdiri sendiri, melainkan menjadi organ yang berfungsi membersihkan "darah" (air) dari tubuh kota (DAS Sunter).

Co-Evolution

Fasilitas ini dirancang untuk berevolusi seiring waktu; semakin lama beroperasi, semakin matang ekosistem wetland yang terbentuk, dan semakin kuat ikatan komunitas yang terbangun di sekitarnya.

Inovasi Infrastruktur Hibrida

Tantangan utama dalam pengelolaan air perkotaan adalah keterbatasan lahan dan tingginya beban polutan. Sistem alamiah murni seringkali membutuhkan lahan yang sangat luas untuk mencapai efektivitas pengolahan yang diinginkan, sementara sistem mekanis murni membutuhkan energi tinggi dan bahan kimia. Solusi hibrida menggabungkan kekuatan keduanya: ketangguhan dan kecepatan rekayasa teknik dengan kemampuan adaptif dan regeneratif sistem biologis.



Gambar 3. Sistem pengolahan air
Sumber: Olahan Pribadi, 2025.

Nature-Based Solutions (NBS): Fitoremediasi

NBS didefinisikan oleh IUCN dan Komisi Eropa sebagai solusi yang terinspirasi dan didukung oleh alam untuk mengatasi tantangan masyarakat. Dalam proyek ini, dua bentuk NBS diterapkan; Lahan Basah Terapung (*Floating Treatment Wetlands – FTW*), yang merupakan inovasi teknologi di mana tanaman air (makrofita) ditanam pada rakit apung. Akar tanaman menjuntai bebas ke dalam kolom air, menciptakan luas permukaan yang masif bagi kolonisasi biofilm mikroba. Biofilm inilah yang melakukan sebagian besar kerja penguraian polutan organik dan nitrifikasi/denitrifikasi. Studi oleh *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)* menunjukkan bahwa FTW sangat efektif dalam mereduksi Nitrogen dan Fosfor dengan biaya operasional yang jauh lebih rendah dibandingkan instalasi pengolahan konvensional. Di iklim tropis seperti Indonesia, efisiensi FTW meningkat karena laju pertumbuhan tanaman yang berlangsung sepanjang tahun. Lalu Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands - CW*), yaitu Sistem rekayasa di daratan yang menggunakan media substrat (kerikil, pasir) dan tanaman. Mekanisme utamanya adalah sedimentasi fisik, filtrasi, dan penyerapan oleh tanaman. CW tipe aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) dipilih untuk meminimalisir bau dan risiko nyamuk, sekaligus efektif menurunkan BOD dan TSS.

Teknologi Filtrasi Mekanis Lanjutan

Untuk mencapai standar air minum yang aman (sesuai Permenkes 492/2010), pengolahan biologis saja tidak cukup, terutama untuk menghilangkan patogen virus dan polutan mikro persisten dalam waktu singkat. Oleh karena itu, sistem hibrida mengintegrasikan teknologi mekanis sebagai tahap "pemolesan" (*polishing*), Tahap *Rapid Sand Filter (RSF)*, Menggunakan media pasir silika dan antrasit dalam tangki bertekanan untuk menghilangkan partikel tersuspensi halus yang lolos dari wetland. Efisiensi RSF sangat bergantung pada kualitas air baku; dengan adanya pra-pengolahan di wetland, beban kerja RSF berkurang drastis. Tahap *Activated Carbon Filter (ACF)*, Menggunakan karbon aktif granul (GAC) untuk mengadsorpsi senyawa organik terlarut penyebab bau, rasa, dan warna, serta menyerap logam berat dan residu pestisida. Dan tahap Desinfeksi UV, menggunakan sinar ultraviolet gelombang pendek (UV-C) untuk menonaktifkan DNA mikroorganisme patogen tanpa menambahkan residu kimia berbahaya, sejalan dengan prinsip regeneratif yang meminimalkan input sintetis.

Landscape Urbanism

Konsep *landscape urbanism* muncul sebagai respons terhadap keterbatasan desain bangunan dan urban konvensional dengan menempatkan lanskap, bukan hanya bangunan tapi juga

sebagai elemen utama dalam struktur kota (Thompson, 2012). Tanpa membedakan secara kaku antara wilayah perkotaan dan lanskap alam, pendekatan ini memandang lanskap sebagai mesin aktif yang menghubungkan infrastruktur, manajemen air, keanekaragaman hayati, dan aktivitas manusia (Thompson, 2012).

Urban Edu-Eco Tourism dan Pemberdayaan Komunitas

Infrastruktur air perkotaan sering kali menjadi *non-place*—ruang yang tidak memiliki identitas atau makna sosial. Konsep *Urban Edu-Eco Tourism* bertujuan mengubah paradigma ini dengan menjadikan infrastruktur sebagai destinasi wisata edukatif. Hal ini sejalan dengan teori *Landscape Urbanism*, yang memandang lanskap bukan sekadar hiasan, tetapi sebagai infrastruktur yang mengorganisasi fungsi kota.

Keberhasilan *Edu-Eco Tourism* sangat bergantung pada pelibatan komunitas (*Community-Based Tourism* - CBT). Riswandha dan Faniza (2024) menekankan bahwa partisipasi aktif masyarakat lokal dalam pengelolaan aset wisata adalah kunci keberlanjutan. Dalam konteks Sunter, ini diwujudkan melalui "Ekonomi Biomassa." Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang sering dianggap gulma perusak, sebenarnya memiliki potensi ekonomi tinggi jika dikelola dengan benar. Seratnya yang kuat dapat diolah menjadi kerajinan anyaman bernilai jual, seperti yang telah berhasil diterapkan di beberapa desa wisata di Indonesia. Integrasi *workshop* pengolahan biomassa ke dalam fasilitas pengolahan air menciptakan simbiosis: fasilitas mendapatkan layanan pemanenan rutin (penting untuk efisiensi fitoremediasi), dan masyarakat mendapatkan bahan baku gratis untuk industri kreatif mereka.

3. METODE

Penelitian ini menggunakan kerangka metodologis, yaitu *Research by Design*. Pendekatan *Research by Design*, di mana proses perancangan itu sendiri menjadi instrumen utama penyelidikan intelektual. Mengacu pada Jormakka (2007) dalam *Basics Design Methods*, metode ini melibatkan iterasi siklik antara analisis data ("Datascap"), pembentukan diagram, dan sintesis spasial. Proses ini tidak linier, melainkan bergerak bolak-balik antara skala makro (urban/lanskap) dan mikro (arsitektur/teknis) untuk menemukan solusi yang holistik.

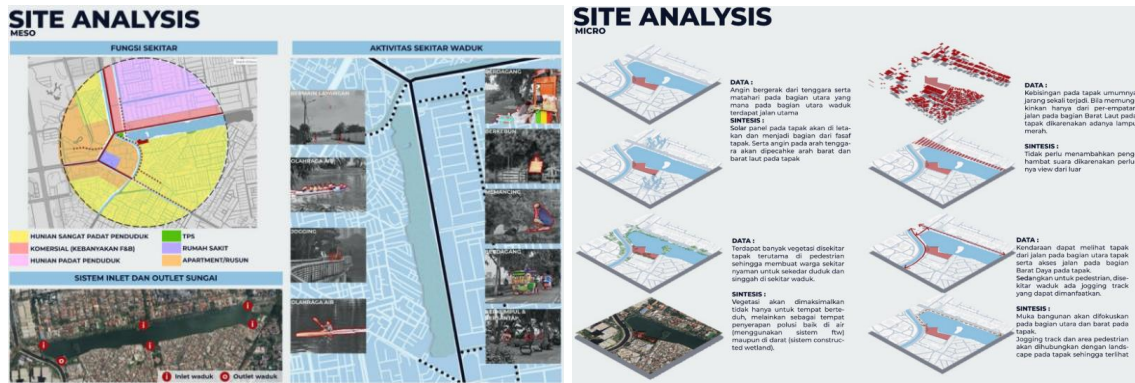
4. DISKUSI DAN HASIL

Analisis Tapak

Berdasarkan pertimbangan pro dan kontra yang ada, alternatif pertama menjadi kandidat kuat untuk dipilih. Secara umum tapak akan berada di Kelurahan Sunter Jaya, Kecamatan Tanjung Priok, Jakarta Utara. Tapak yang dipilih (Alternatif 1) berlokasi di Jl. Sunter Jaya 1, bersebelahan langsung dengan Waduk Sunter Barat. Kemudian akan dilanjutkan dengan analisis meso dan mikro.



Gambar 4. Tapak Alternatif dan Analisis Makro Kawasan
Sumber: Olahan Pribadi, 2025.



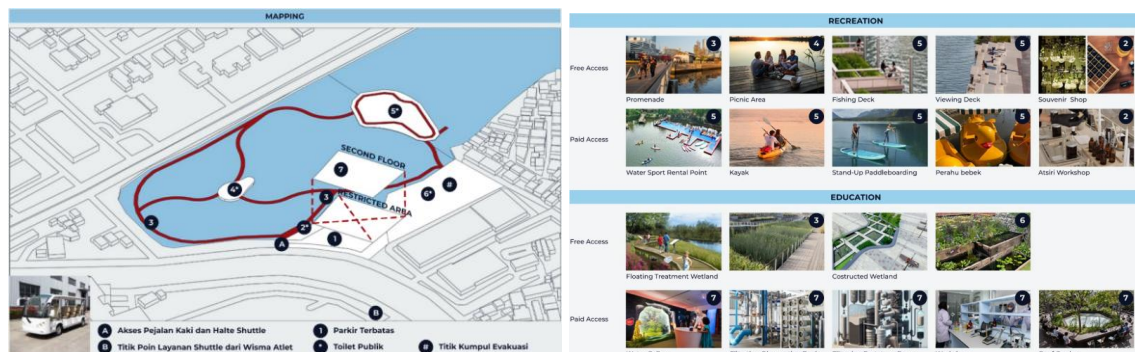
Gambar 5. Tapak Alternatif dan Analisis Makro Kawasan
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Dari analisis meso pada Gambar 5 (sebelah kiri), didapatkan bahwa kawasan sekitar tapak didominasi oleh hunian sangat padat penduduk. Aktivitas masyarakat di sekitar waduk meliputi memancing, berkebun, dan olahraga air. Sebagian besar banyak yang bermain di area *jogging track* yang ada disekeliling Waduk Sunter Barat. Sistem inlet dan outlet waduk menunjukkan beberapa titik masuk (*inlet*) air dan keluar (*outlet*)

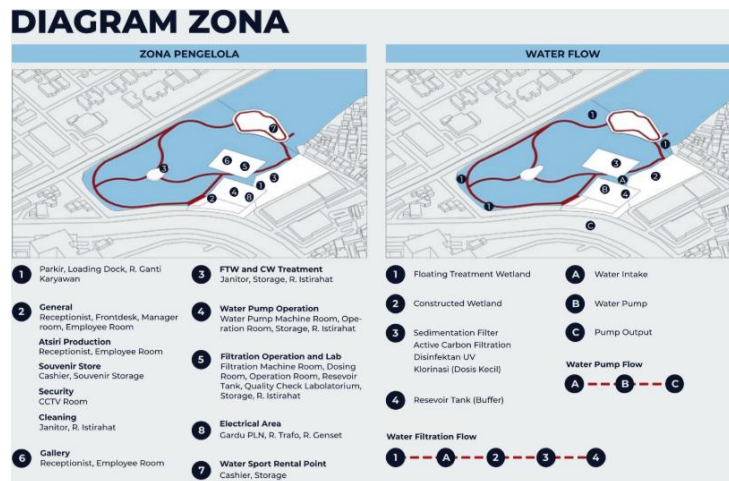
Dari analisis mikro pada Gambar 5 (sebelah kanan), didapatkan data kondisi eksisting Waduk Sunter Barat cukup banyak menjelaskan kondisi tapak saat ini, terutama pada bagian aksesibilitas yang akan mempengaruhi bagaimana massa akan dibuat di dalam tapak.

Penerapan Arsitektur Regeneratif pada Sistem Utilitas

Sebagai implementasi arsitektur regeneratif yang berfokus pada perbaikan sistem alam, desain ini tidak sekadar membuang air, melainkan memurnikannya. Sistem bangunan dirancang sebagai mesin penyaring raksasa. Proses dimulai dari water intake di waduk yang dialirkan melalui Floating Treatment Wetland (FTW) untuk filtrasi awal menggunakan akar tanaman air. Air kemudian dipompa ke dalam bangunan menuju area Constructed Wetland (CW) yang terintegrasi dengan struktur bangunan



Gambar 6. Recreation and Education Activity Mapping
Sumber: Olahan Pribadi, 2025



Gambar 7. Zona Pengelola dan Diagram Siklus Pengolahan Air
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Sirkulasi air ini dirancang transparan agar pengunjung dapat melihat proses pemurnian air secara langsung, memenuhi fungsi edukasi (edu-tourism). Selain itu, penggunaan Green Roof pada atap bangunan tidak hanya berfungsi sebagai area resapan air hujan untuk mengurangi limpasan (runoff), tetapi juga membantu menurunkan suhu mikro bangunan, menciptakan iklim yang lebih sejuk bagi ekosistem sekitar.

Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran

Berdasarkan data pemantauan kualitas air tahun 2024-2025, Waduk Sunter Barat secara konsisten menunjukkan status trofik "*Eutrofik*" hingga "*Hiper-eutrofik*". Parameter kritis yang teridentifikasi meliputi;

BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand)

Tingginya nilai BOD dan COD mengindikasikan beban organik yang berat, terutama dari limbah domestik (tinja, sisa makanan) yang masuk melalui saluran drainase tanpa pengolahan *septic tank* yang memadai.

Amonia dan Fosfat

Konsentrasi nutrisi ini melampaui ambang batas, memicu ledakan populasi alga (*algal bloom*) dan pertumbuhan gulma air yang tidak terkontrol. Fosfat umumnya berasal dari deterjen rumah tangga.

Oksigen Terlarut (DO)

Rendahnya kadar DO di beberapa titik, terutama di dasar waduk, menciptakan kondisi anaerobik yang memicu bau tidak sedap dan kematian ikan massal.³²

Deterjen dan Minyak

Keberadaan lapisan minyak dan busa deterjen di permukaan air menghambat pertukaran oksigen dan merusak estetika waduk.

Kondisi "sakit" ini menegaskan bahwa waduk telah kehilangan kemampuan *self-purification*-nya. Tanpa intervensi aktif, waduk akan terus terdegradasi menjadi kolam oksidasi limbah raksasa yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat sekitar.

Pengembangan Teknis Dan Sistem Integrasi

Perhitungan Kapasitas dan Neraca Air

Langkah pertama dalam desain teknis adalah menetapkan kapasitas produksi yang realistis dan berdampak.

- a. Populasi Target: Penduduk Kelurahan Sunter Jaya = 85.750 jiwa.
- b. Standar Kebutuhan Air (SNI): 150 liter/orang/hari.
- c. Total Permintaan: $85.750 \times 150 = 12.862.500$ liter/hari ($12.862,5 \text{ m}^3/\text{hari}$).
- d. Target Suplai Proyek: 20% dari total kebutuhan (sebagai suplemen air perpipaan dan pengganti air tanah).
 - $Q_{prod_hari} = 20\% \times 12.862,5 = 2.572,5 \text{ m}^3/\text{hari}$.
- e. Debit Desain Operasional: Asumsi operasi 24 jam/hari untuk efisiensi mesin.
 - $Q_{jam} = \frac{2.572,5}{24} \approx 107,2 \text{ m}^3/\text{jam}$.
 - Dibulatkan menjadi $110 \text{ m}^3/\text{jam}$ sebagai *Safety Factor*.

Angka $110 \text{ m}^3/\text{jam}$ ini menjadi basis dimensi seluruh komponen sistem, mulai dari luas wetland hingga diameter pipa filter.

Desain Sistem Nature-Based Solutions (NBS)

Floating Treatment Wetlands (FTW)

FTW dirancang sebagai garis pertahanan pertama di badan air waduk.

Berdasarkan literatur, rasio luas FTW terhadap area tangkapan air yang optimal berkisar antara 0,5% - 5%. Mengingat keterbatasan luas waduk, dialokasikan luas FTW sebesar $\pm 3.000 \text{ m}^2$, yang didistribusikan dalam modul-modul rakit heksagonal yang saling terkait.

Tanaman yang dipilih harus memiliki sistem perakaran serabut yang panjang (untuk luas permukaan biofilm maksimal) dan toleran terhadap fluktuasi level air serta beban polutan tinggi. Spesies terpilih meliputi;

- a. *Vetiveria zizanioides* (Akar Wangi): Akar sangat panjang (bisa mencapai 2-3 meter), sangat efektif menyerap logam berat dan menstabilkan struktur rakit. Biomassa akarnya bernilai ekonomi tinggi (minyak atsiri).
- b. *Typha angustifolia* (Lembang): Efektif menyerap Nitrogen dan Fosfor, serta menyediakan habitat bagi burung air.
- c. *Canna iridiflora* (Bunga Tasbih): Menambah nilai estetika dengan bunga berwarna cerah, cocok untuk area yang terlihat dari *promenade*.

Mekanisme Pembersihan: Akar tanaman melepaskan oksigen dan eksudat karbon ke zona perakaran (*rhizosphere*), mendukung pertumbuhan bakteri aerob dan anaerob. Bakteri ini mendegradasi bahan organik (menurunkan BOD/COD) dan mengubah Amonia menjadi Nitrat (Nitrifikasi) dan kemudian menjadi gas Nitrogen (Denitrifikasi).

Constructed Wetland (CW) - Horizontal Subsurface Flow

Air dari area sekitar FTW dipompa atau dialirkan secara gravitasi (jika level memungkinkan) ke zona CW di tepian darat seluas $\pm 1.000 \text{ m}^2$. Desain menggunakan aliran horizontal di bawah permukaan media kerikil untuk mencegah kontak langsung udara dengan air kotor (menghindari bau dan nyamuk). Dengan fungsi sebagai filter fisik untuk menyaring padatan tersuspensi (TSS) dan polishing biologis lanjutan sebelum masuk ke sistem mekanis. CW juga berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) estetika antara waduk dan bangunan.

Desain Sistem Filtrasi Mekanis Hibrida

Setelah melewati proses biologis, air baku masuk ke dalam bangunan WTP untuk pengolahan tingkat lanjut. Sistem ini dirancang dengan konfigurasi *Dual Train* (2 jalur paralel @ 55 m³/jam) untuk redundansi keamanan.



Gambar 8. Blok Plan
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Rapid Sand Filter (RSF)

Unit ini berfungsi menghilangkan kekeruhan tersisa.

Spesifikasi: 10 Unit Tangki bertekanan (*Pressure Vessel*) dengan diameter 1.200 mm. Media yang digunakan adalah *Multimedia filter* yang terdiri dari lapisan Antrasit (atas), Pasir Silika (tengah), dan Kerikil (bawah). Stratifikasi ini memungkinkan penyaringan kedalaman (*depth filtration*), di mana partikel besar tertahan di atas dan partikel halus di bawah, memperpanjang siklus antar-*backwash*. Kecepatan Filtrasi, didesain pada 10 m/jam, kecepatan moderat yang menyeimbangkan efisiensi ruang dan kualitas filtrasi.

Activated Carbon Filter (ACF)

Unit ini krusial untuk aspek organoleptik (rasa dan bau), mengingat sumber air baku adalah waduk yang rentan bau tanah/amis akibat alga (*geosmin*). Spesifikasi: 4 Unit Tangki besar dengan diameter 1.800 mm. Dengan media Karbon Aktif Granular berbasis batubara dengan *Iodine Number* >900 mg/g. Dan waktu Kontak (*EBCT*); kecepatan aliran didesain rendah (10-12 m/jam) untuk memberikan waktu kontak yang cukup bagi proses adsorpsi kimiawi.

Desinfeksi UV dan Klorinasi

- Unit UV: Satu unit reaktor UV industri berkapasitas 500 GPM (setara 113 m³/jam) dipasang pada pipa utama. Sinar UV-C dosis 30 mJ/cm² efektif membunuh 99,99% bakteri dan virus tanpa residu kimia.
- Klorinasi: Injeksi Sodium Hipoklorit (NaOCl) dosis rendah (0,2 - 0,5 ppm residu) tetap dilakukan sebelum air masuk reservoir. Ini bukan untuk desinfeksi utama, melainkan sebagai *residual protection* untuk mencegah pertumbuhan kembali bakteri (*regrowth*) di dalam jaringan pipa distribusi menuju rumah warga, sesuai standar keamanan air minum perpipaan.

Integrasi Ekonomi Sirkular

Keberlanjutan operasional fasilitas ini didukung oleh program ekonomi sirkular. "Workshop Kreatif Komunitas" ditempatkan di lantai dasar bangunan, terhubung langsung dengan area panen wetland.

Proses

Tanaman Eceng Gondok dan Akar Wangi yang tumbuh pesat di FTW/CW dipanen secara berkala (misal: tiap 2 minggu) untuk menjaga efisiensi penyerapan nutrisi (tanaman muda menyerap nutrisi lebih cepat).

Pengolahan

Biomassa dipilah. Batang eceng gondok dikeringkan di area jemur khusus yang memanfaatkan panas buangan mesin atau sinar matahari atap, kemudian dianyam menjadi kerajinan. Akar wangi didistilasi di laboratorium mini untuk menghasilkan minyak atsiri.¹

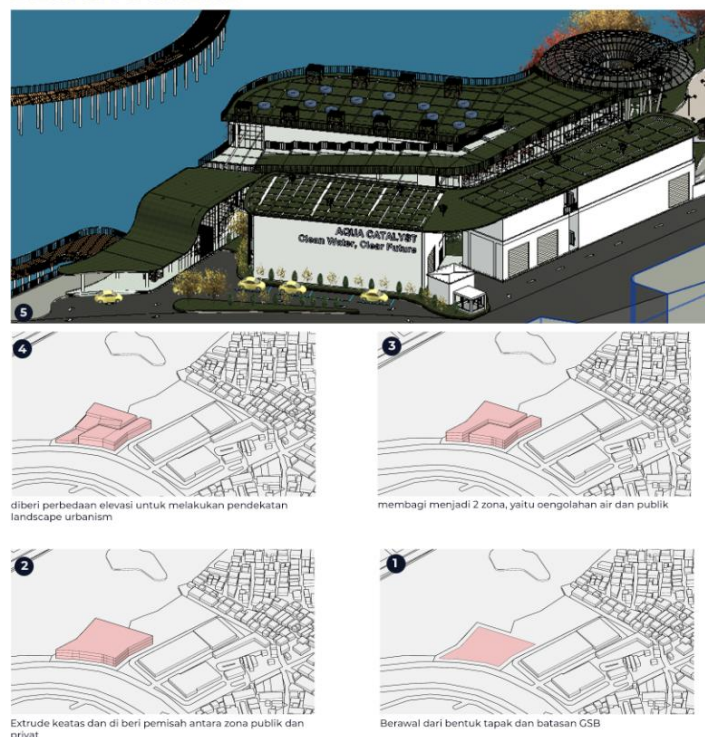
Dampak

Hasil penjualan produk ini dikelola oleh koperasi warga dan sebagian digunakan untuk mensubsidi biaya operasional fasilitas (misal: listrik pompa), menciptakan kemandirian finansial parsial.

Transformasi Massa Melalui Pendekatan *Landscape Urbanism*

Pendekatan *landscape urbanism* diterjemahkan melalui perubahan massa yang menolak bentuk bangunan masif dan kaku. Proses perubahan massa dimulai dengan mengadopsi bentuk pulau organik eksisting di tengah waduk untuk menciptakan harmoni visual. Massa awal tersebut kemudian di-*extrude* dan dipecah menjadi tiga zona utama berdasarkan fungsinya: zona pompa (teknis), zona filtrasi (semi-publik), dan zona galeri/edukasi (publik).

DESIGN SCHEME



Gambar 9. Proses Massa
Sumber: Olahan Pribadi, 2025.

Kunci dari penerapan *landscape urbanism* terlihat pada manipulasi atap dan sirkulasi. Bagian atap bangunan diturunkan secara landai hingga menyentuh level tanah (*ground level*), menciptakan *ramp* atau jalur pedestrian menerus yang memungkinkan pengunjung berjalan dari taman bawah hingga ke *rooftop* tanpa hambatan. Strategi ini mengaburkan batas antara "bangunan" dan "taman", menjadikan seluruh permukaan bangunan sebagai ruang publik aktif yang dapat digunakan untuk observasi ekologis maupun rekreasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Proyek "Aqua Catalyst" di Waduk Sunter Barat menawarkan sebuah cetak biru baru bagi infrastruktur air di kota-kota negara berkembang yang padat dan terdegradasi. Melalui pendekatan Arsitektur Regeneratif, penelitian ini membuktikan bahwa fasilitas teknis tidak harus menjadi "kotak hitam" yang mengalienasi masyarakat. Sebaliknya, dengan mengawinkan kecerdasan sistem alam (fitoremediasi) dan presisi teknologi mekanis, kita dapat menciptakan infrastruktur yang memulihkan kualitas air, menyembuhkan ekosistem yang sakit, dan memberdayakan komunitas lokal secara ekonomi.

Desain ini menjawab tantangan krisis air Jakarta dengan solusi yang terukur: suplai 110 m³/jam air bersih yang aman, pengurangan beban polutan waduk secara signifikan, dan penciptaan ruang publik edukatif yang vital. Lebih dari sekadar pemenuhan kebutuhan utilitas, Aqua Catalyst meregenerasi hubungan yang retak antara manusia urban dan air, mengubah ancaman lingkungan menjadi aset peradaban yang berkelanjutan. Implementasi model ini di waduk-waduk lain di Jakarta berpotensi mengubah wajah pengelolaan air kota secara fundamental, dari sistem pertahanan yang kaku menjadi sistem adaptif yang hidup.

Saran

Untuk ke depannya, Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan melakukan simulasi teknis terukur mengenai debit air yang mampu diolah oleh *wetland* buatan ini, serta menjajaki potensi replikasi desain pada waduk-waduk retensi lain di Jakarta yang memiliki karakteristik serupa.

REFERENSI

- Antara News. (2024, November 7). Dari reklamasi jadi rekreasi, ini asal usul Danau Sunter. *Antara News*. <https://www.antaraneews.com/berita/4449729/dari-reklamasi-jadi-rekreasi-ini-asal-usul-danau-sunter>
- CSIRO. (2025, October). *Floating wetlands offer cost-effective nature-based water treatment*. CSIRO. <https://www.csiro.au/en/news/all/news/2025/october/floating-wetlands-offer-cost-effective-nature-based-water-treatment>
- Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta. (2025). *Data Pemantauan Kualitas Air Waduk Sunter*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- IPB University. (n.d.). IPB: Kualitas Air Waduk di Jakbar dan Jakut Terburuk se-DKI. *Bogor-Kita*. Retrieved from <https://bogor-kita.com/ipb-kualitas-air-waduk-di-jakbar-dan-jakut-terburuk-se-dki/>
- Jormakka, K. (2007). *Basics Design Methods*. Birkhäuser.
- Lyle, J. T. (1994). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons.
- Mang, P., & Reed, B. (2012). Regenerative Development and Design. In *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 303-322). Springer.
- Reed, B. (2007). Shifting from 'sustainability' to regeneration. *Building Research & Information*, 35(6), 674-680.

- Reed, B. (2009). *The Integrative Design Guide to Green Building: Redefining the Practice of Sustainability*. John Wiley & Sons.
- Riswandha, R. A., & Faniza, V. (2024). Community-Based Ecotourism: A Case Study of Pentingsari Village. *Journal of Architectural Research and Design Studies*, 8(1), 70–80. <https://doi.org/10.20885/jars.vol8.iss1.art8>
- Tempo. (2018, February 25). 5 Fakta Menarik dan Sejarah Ringkas Danau Sunter. *Tempo.co*. <https://travel.tempo.co/read/1064152/5-fakta-menarik-dan-sejarah-ringkas-danau-sunter>
- Trisakti University. (2019). *Kajian kualitas air Waduk Sunter Barat Jakarta Utara ditinjau dari parameter fisik dan kimia*. Trisakti University Repository.

