

INTEGRASI PANTI SOSIAL, RUMAH SUSUN DAN BUDIDAYA JAMUR SEBAGAI SOLUSI ARSITEKTUR REGENERATIF KAMPUNG KUMUH DAN TUNAWISMA DI JAKARTA

Shevia Florentia Japoetro¹⁾, Nina Carina^{2)*}

¹⁾Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta, sheviaflorentia@gmail.com

^{2)*} Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta, ninac@ft.untar.ac.id

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

Masuk: 14-07-2025, revisi: 19-08-2025, diterima untuk diterbitkan: 23-10-2025

Abstrak

Fenomena meningkatnya jumlah tunawisma dan munculnya permukiman kumuh di Jakarta mencerminkan kompleksitas permasalahan sosial dan lingkungan yang saling berkaitan. Meski pemerintah telah mengupayakan solusi melalui panti sosial maupun penyediaan rumah susun sederhana sewa (rusunawa), banyak individu tetap tinggal di hunian ilegal dan tidak layak karena keterbatasan akses pekerjaan, keterampilan, dan fasilitas pendukung kehidupan. Permukiman kumuh tidak hanya memperlihatkan sisi kerentanan sosial, tetapi juga memperburuk kualitas lingkungan, terutama di area bantaran sungai yang rawan tercemar dan tidak tertata. Studi ini menyoroti potensi pengembangan ulang kawasan kumuh menjadi rusun dan panti sosial kreatif yang tidak hanya menyediakan hunian layak, tetapi juga fungsi pemberdayaan ekonomi dan regenerasi ekologis melalui integrasi pusat budidaya jamur. Budidaya jamur dipilih karena jamur beberapa alasan seperti jamur dapat dijumpai setiap hari khususnya pada Kawasan lembab seperti permukiman kumuh; jamur merupakan salah satu bahan makanan yang disukai dan cocok diterapkan di area perkotaan dengan lahan terbatas, bernilai ekonomi, serta mendukung sistem pengolahan limbah organik. Jenis jamur yang digunakan secara spesifik adalah jamur merang, jamur tiram, jamur reishi dan jamur kayu putih berdasarkan kriteria konteks tapak dan kebutuhan serta batasan sumber daya manusia yang akan menghuni proyek. Metode yang digunakan meliputi studi literatur, studi preseden, serta analisis tapak dan kebutuhan sosial-ekologis pengguna. Proses pengumpulan data analisis dan hasil jurnal dilakukan melalui empat tahap: (1) identifikasi kebutuhan masyarakat marjinal di kawasan kumuh, (2) kajian potensi jamur sebagai agen sosial dan ekologis, (3) integrasi fungsi regeneratif ke dalam program ruang, dan (4) penyusunan konsep rusun kreatif berbasis arsitektur regeneratif, edukatif, dan rekreatif. Melalui kajian tersebut akan ditemukan bahwa solusi regeneratif arsitektur dapat membantu menyelesaikan permasalahan tunawisma yang diintegrasikan dengan pusat mengembangkan jamur. Budidaya jamur tidak hanya dapat mengatasi limbah dan sumber pangan tetapi dapat memberikan potensi besar bagi tunawisma dan ekosistem secara luas. Hasil kajian dapat inspirasi serta dasar pemikiran untuk mengembangkan program ruang sosial-ekologis-arsitektural sebagai solusi efektif demi keberlanjutan ekosistem di kawasan urban marjinal Jakarta.

Kata kunci: jakarta; jamur; panti sosial; regeneratif; tunawisma

Abstract

The increasing number of homeless individuals and the emergence of informal settlements in Jakarta reflect the complex interconnection between social and environmental issues. Despite the government's efforts to provide solutions through social shelters and low-cost rental housing (Rusunawa), many individuals continue to live in illegal and inadequate dwellings due to limited access to employment, skills training, and basic life-supporting facilities. Informal settlements not only highlight social vulnerability but also contribute to environmental degradation—particularly along riverbanks, which are often polluted and poorly managed. This study explores the potential to redevelop these settlements into creative vertical housing and social shelters that not only provide decent living spaces but also integrate economic empowerment and ecological regeneration through the

incorporation of a mushroom cultivation center. Mushrooms were selected for several reasons: they are commonly found in humid environments such as informal settlements, they are a widely favored food source, and they are well-suited to urban areas with limited space. Moreover, mushrooms have economic value and support organic waste processing systems. The specific mushroom types used in the project—straw mushrooms, oyster mushrooms, reishi, and eucalyptus mushrooms—were chosen based on site conditions, user needs, and the limited human resources available among future residents. The methodology includes literature review, precedent studies, and analysis of site conditions and the socio-ecological needs of users. The design process follows four key stages: (1) identifying the needs of marginalized communities in informal areas, (2) analyzing the potential of mushrooms as social and ecological agents, (3) integrating regenerative functions into the spatial program, and (4) formulating a creative housing concept rooted in regenerative, educational, and recreational architecture. Through this study, it becomes evident that regenerative architecture offers a promising approach to addressing homelessness by integrating it with mushroom cultivation systems. Beyond serving as a food and waste solution, mushroom cultivation presents broader opportunities for empowering homeless communities and improving local ecosystems. The outcomes of this study provide a conceptual foundation and design reference for developing socio-ecological-architectural programs as effective solutions for ensuring sustainability in Jakarta's marginal urban areas.

Keywords: *homeless; jakarta; mushroom; regenerative; social housing*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Isu jumlah tunawisma di Jakarta kerap menjadi perbincangan. Dilansir dari dinas sosial pemerintah daerah DKI Jakarta, jumlah penyandang masalah kesejahteraan sosial (PMKS) atau tunawisma di Jakarta itu sendiri telah mengalami peningkatan yang signifikan hingga 220% dalam beberapa tahun terakhir.



Gambar 1. Diagram Peningkatan Jumlah Tunawisma di Jakarta

Sumber: Dinas Sosial Pemerintah DKI Jakarta, 2022

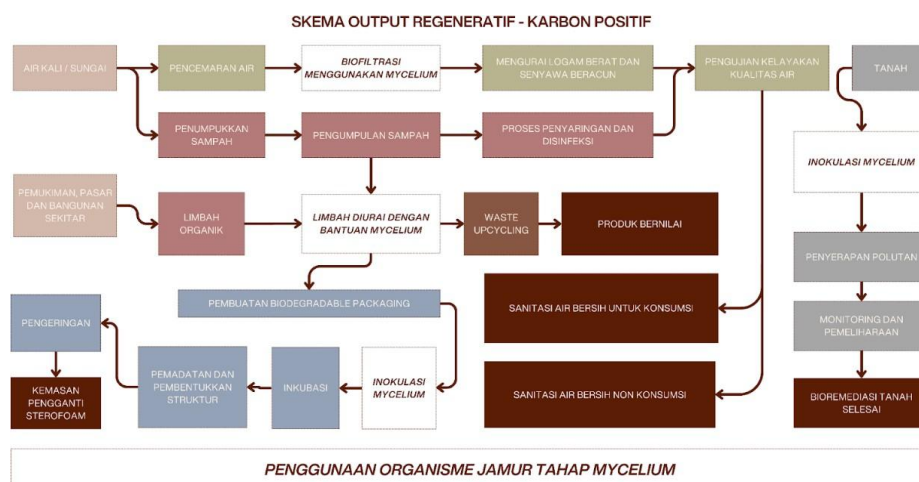
Solusi yang telah diimplementasikan selama ini yaitu fasilitas panti sosial masih bersifat konvensional yang pasif, tidak memberdayakan serta minim integrasi sosial maupun ekologis (Clarke dan Parsell, 2017). Banyak PMKS yang menolak untuk 'dibantu' untuk sementara tinggal di panti sosial yang telah disediakan karena trauma, peraturan yang ketat, suasana yang kaku serta tidak adanya kegiatan yang produktif baik selama di panti sosial maupun untuk kehidupan setelah panti sosial (Insani, 2021). Pendekatan dari desain panti sosial yang sudah ada sekarang ini masih berfokus pada fungsi panti sosial sebagai 'penampungan sementara' bagi PMKS. Fasilitas yang dirancang di dalam panti sosial belum dipikirkan secara holistik atau inklusif untuk memberikan dampak pemulihan sosial (Clarke dan Parsell, 2017) serta belum mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan dan pemberdayaan ekonomi (UN-Habitat, 2020).



Gambar 2. Kolase Isu Tunawisma di Jakarta
Sumber: Penulis, 2025

Rancangan menggunakan pendekatan arsitektur regeneratif yang digunakan sebagai alternatif pendekatan rancangan panti sosial dan rumah susun eks hunian kumuh serta memiliki tujuan dan fokus utama untuk memulihkan lingkungan serta meningkatkan kualitas hidup manusia. Arsitektur regeneratif berbeda dengan arsitektur berkelanjutan karena bukan hanya sekedar mengurangi dampak terhadap lingkungan dan keberlanjutan hidup manusia (Mang dan Reed, 2012). Pendekatan arsitektur regeneratif juga dapat mengintegrasikan aspek sosial dan ekologis yang memiliki tujuan jangka panjang (Mang dan Reed, 2012). Konsep tersebut dinilai cocok diimplementasikan untuk merevitalisasi dan menjadi model contoh panti sosial dan rumah susun untuk dijadikan ruang produktif (UNEP, 2022).

Salah satu media yang sesuai dengan konsep regeneratif dan memiliki potensi tinggi dalam konteks ini adalah implementasi budidaya jamur. Budidaya jamur juga dipilih karena jamur kerap dijumpai setiap hari khususnya pada kawasan lembab seperti permukiman kumuh; jamur merupakan salah satu bahan makanan yang disukai karena tinggi gizi dan ekonomis; cocok dengan konteks lahan kota yang terbatas. Jamur akrab dengan kehidupan kekumuhan para tunawisma dan penghuni permukiman kumuh, hal ini dapat diubah dari yang negatif menjadi suatu hal yang positif pada proyek tersebut. Jamur yang akan dibudidayakan khususnya pada tahapan proses perkembangan jamur pada fase mycelium. Mycelium merupakan jaringan hifa pada pertumbuhan jamur yang hidup atau berkembang pada media limbah organik. Mycelium dapat mendegradasi limbah, menyerap logam berat dalam air, menghasilkan material dan kemasan ramah lingkungan serta menjadi sumber pangan dan ekonomi (Adamatzky, 2018). Budidaya jamur juga sesuai dengan konteks lokasi di Indonesia khususnya kota Jakarta yaitu tidak membutuhkan lahan luas, murah dan juga pertumbuhan cepat dan efisien, ideal untuk konteks perkotaan.



Gambar 3. Diagram Kerangka Berpikir
Sumber: Penulis, 2025

Budidaya jamur juga dapat menjadi solusi mata pencaharian baru yang dapat mengembalikan rasa percaya diri dan juga harga diri atau yang biasa disebut dengan self-efficacy dari para PMKS. Self-efficacy merupakan tentang penilaian diri dari apa yang dapat dilakukan atau sebagai keyakinan seseorang terhadap kemampuannya untuk menghasilkan pencapaian tertentu (Bandura, 1977). Kegiatan budidaya jamur dapat menjadi solusi untuk isu pengangguran dan ketergantungan sosial dari PMKS. Selain itu, dari latar belakang konteks kota Jakarta, Jakarta per harinya menghasilkan >3.700 ton limbah organik. Limbah organik harian yang dihasilkan juga belum diolah dengan optimal. Hal ini dapat digunakan menjadi sumber daya yang produktif untuk budidaya jamur. Jakarta juga memiliki angka suhu dan iklim yang mendukung pertumbuhan jamur.

Berdasarkan latar belakang dari konteks tersebut, integrasi panti sosial dan rumah susun dengan budidaya jamur tidak hanya dapat memberikan solusi hunian panti sosial yang lebih layak dengan pertimbangan holistik, tetapi juga menghasilkan kajian program ruang dalam panti sosial yang baru. Hasil program ruang dapat mendukung kesejahteraan sosial PMKS dan masyarakat luas, merestorasi lingkungan dan menciptakan ekonomi sirkular. Hal ini selaras dengan aspek SDG terutama untuk tujuan *no poverty, sustainable cities and communities* dan *responsible consumption and production*. Kajian program ruang integrasi panti sosial dengan budidaya jamur juga memiliki potensi untuk dijadikan contoh di kota besar lain yang menghadapi isu serupa (UN-Habitat, 2020).

Rumusan Permasalahan

Merancang model panti sosial dan rumah susun dengan program ruang yang baru, yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat hunian sementara, tetapi juga mampu meningkatkan kesejahteraan sosial masyarakat sekitar dan ekonomi penghuninya; Menerapkan prinsip arsitektur regeneratif dalam desain panti sosial dan rumah susun agar dapat menciptakan lingkungan yang mandiri, berkelanjutan, dan berdampak positif bagi lingkungan sekitarnya; Mengintegrasikan dua fungsi yaitu hunian sosial dan pusat budidaya jamur dapat mendukung konsep ekonomi sirkular serta memberikan solusi pemberdayaan bagi para penghuni.

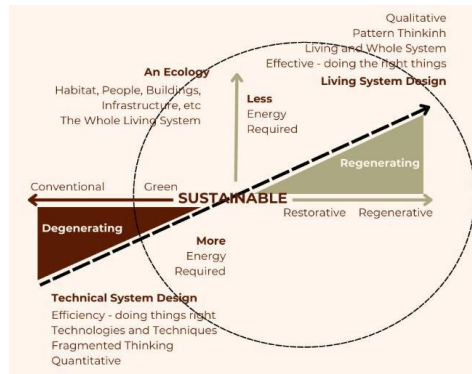
Tujuan

Menerapkan prinsip arsitektur regeneratif yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga mampu memulihkan ekosistem dan meningkatkan kualitas hidup penghuninya dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam, energi terbarukan, dan sistem pengolahan limbah yang efisien; Mengintegrasikan pusat budidaya jamur, panti sosial dan rumah susun sebagai bagian dari program pemberdayaan ekonomi sosial dengan menyediakan ruang edukasi dan pelatihan bagi penghuni agar dapat mengembangkan keterampilan yang mendukung keberlanjutan hidup mereka; Mengadakan program ruang yang fungsional dan inklusif untuk berbagai kebutuhan penghuni dan masyarakat sekitar tapak.

2. KAJIAN LITERATUR

Arsitektur Regeneratif

Arsitektur regeneratif adalah pendekatan dalam arsitektur dan perancangan lingkungan yang tidak hanya bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga memulihkan, memperbaiki, dan meningkatkan ekosistem serta kehidupan manusia. Konsep ini lebih maju dibandingkan dengan desain berkelanjutan (*sustainable design*), karena tidak hanya berfokus pada efisiensi dan konservasi sumber daya, tetapi juga pada penciptaan sistem yang mampu berkembang dan berkontribusi secara positif terhadap lingkungannya.



Gambar 4. Diagram Arsitektur
Sumber: Bill Read, 2015



Gambar 5. Diagram Prinsip Desain Regeneratif
Sumber: Penulis, 2025

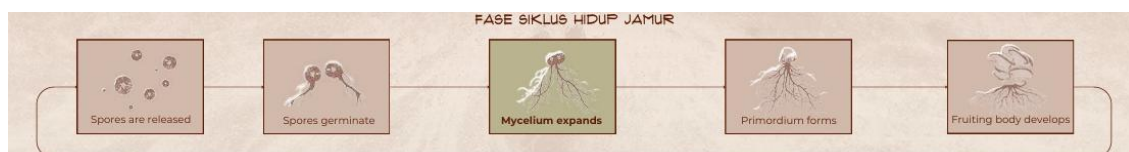
Tabel 1. Prinsip Utama dalam Desain Regeneratif

Prinsip	Definisi
Restoratif dan Adaptif	Mampu mengembalikan ekosistem yang rusak dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan.
Sirkular dan <i>Zero Waste</i>	Limbah dapat digunakan kembali atau didaur ulang dalam sistem lain.
Berdasarkan Ekosistem Alami	Mengintegrasikan solusi berbasis alam, seperti biofilik design
Meningkatkan Kesejahteraan Sosial	Tidak hanya berfokus pada lingkungan fisik, tetapi juga pada kesejahteraan pengguna
Mandiri dan Resilien	Menggunakan sumber daya lokal, energi terbarukan, dan teknologi

Sumber: Penulis, 2025

Tentang Jamur Tahap Mycelium

Mycelium adalah jaringan filamen halus yang disebut hifa, yang membentuk bagian vegetatif dari jamur. *Mycelium* tumbuh di dalam tanah, kayu, atau bahan organik lainnya, berfungsi sebagai sistem akar jamur yang menyerap nutrisi dan mendukung pertumbuhan tubuh buah jamur. Media organisme ini memiliki sifat mengikat pada media tanam dan membentuk jaringan yang kuat (Pattarasiripol, et al., 2025). Berikut merupakan fungsi potensial dalam pemanfaatan organisme jamur fase *mycelium* untuk aspek regeneratif.



Gambar 6. Alur Fase Siklus Hidup Jamur
Sumber: Penulis, 2025

Fungsi Potensial dalam Pemanfaatan Organisme Jamur Fase Miselium untuk Aspek Regeneratif

Jamur memiliki potensi untuk menjadi media yang sesuai dengan aspek regeneratif.



Gambar 7. Potensi Jamur yang Sesuai dengan Aspek Regeneratif
Sumber: Penulis, 2025

Tabel 2. Potensi Jamur sebagai Aspek Regeneratif

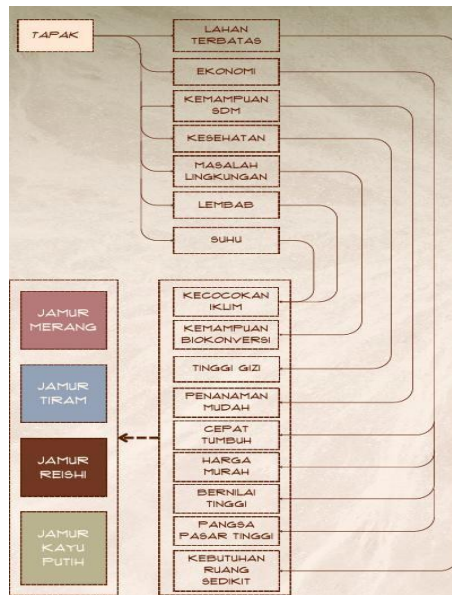
Potensi	Deskripsi
Kemampuan Bioremediasi dan Daur Ulang	Jamur memiliki potensi untuk dijadikan media guna bioremediasi dan daur ulang limbah. Bioremediasi itu sendiri merupakan kemampuan untuk mengurai limbah dan atau polutan seperti plastik, hidrokarbon dan limbah organik sehari-hari maupun limbah pertanian atau perkebunan (Desa, et al., 2019). Dengan potensi bioremediasi dan kemampuan daur ulang ini sesuai dengan konteks urban di Jakarta dimana dapat menjadi suatu solusi yang inovatif dan regeneratif. Kemampuan tersebut dapat membantu menangani limbah organik yang jumlahnya terus meningkat secara berkelanjutan.
Potensi Ekonomi dan Pemberdayaan Sosial	Pembudidayaan jamur merupakan salah satu jenis pertanian atau budidaya yang efisien dan efektif. Budidaya jamur memiliki siklus panen yang singkat, permintaan pasar di masyarakat yang stabil dan juga modal cenderung rendah karena mudah didapat. Dengan itu, budidaya jamur bersifat inklusif dan sesuai dengan tujuan media pemberdayaan sosial yang mudah. Menurut FAO (2013), program rehabilitasi sosial dalam konteks tersebut tunawisma cocok dengan program budidaya jamur karena tidak memerlukan wawasan atau keterampilan khusus yang rumit, tidak memerlukan teknologi tinggi dan tidak memerlukan lahan yang luas.
Jamur sebagai Material Bangunan	Jamur pada fase pertumbuhan miselium diteliti dapat diolah menjadi bahan atau material bangunan yang ramah lingkungan dan sesuai dengan aspek arsitektur berkelanjutan bahkan regeneratif. Bahan material bangunan berbasis jamur fase miselium telah terbukti ringan, dapat dijadikan filtrasi udara alami, tahan api dan juga dapat terurai secara hayati (Jones, Huynh, Dekiwadia, Daver, & John, 2020). Hal ini membuka peluang lebih besar untuk pembangunan infrastruktur berkelanjutan dengan material yang sesuai.
Aspek Ekologi dan Sosial	Keterkaitan atau keterhubungan aspek ekologi dan sosial sesuai dengan fungsi integrasi teknologi alami seperti budidaya jamur dan pemberdayaan komunitas tunawisma maupun masyarakat yang lebih luas. Bookchin (1995) menyatakan bahwa kehidupan yang berkelanjutan hanya dapat dicapai dengan adanya kolaborasi atau integrasi antara aspek ekologis dan sosial.

Sumber: Penulis, 2025

Kriteria Pemilihan Jenis Jamur

Jenis jamur yang digunakan dalam fungsi bangunan budidaya jamur di dalam proyek juga dipilih berdasarkan kriteria tertentu. Berawal dari konteks tapak yaitu di Jakarta Utara yang memiliki lahan terbatas, dibutuhkanannya ekonomi sirkular, kemampuan sumber daya manusia terbatas,

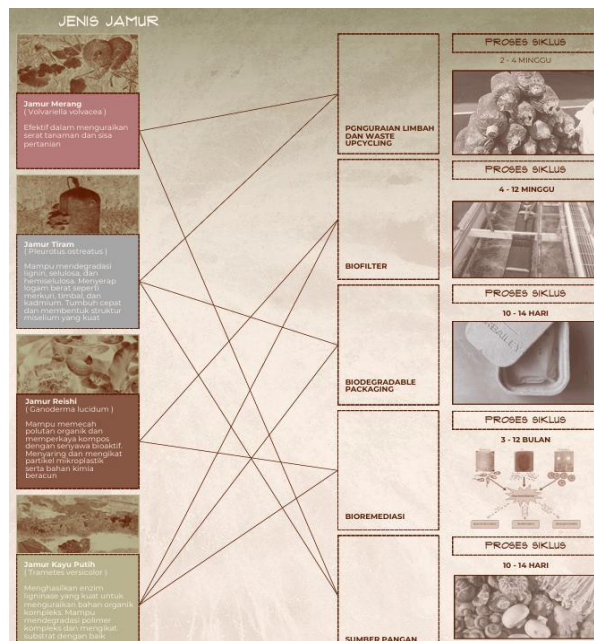
kesehatan masyarakat yang tidak baik, masalah lingkungan yang semakin buruk, tingkat kelembapan dan angka suhu rata-rata di tapak. Beberapa kriteria tersebut dihubungkan dengan solusi seperti kecocokan iklim, kemampuan jamur dalam biokonversi, kadar gizi yang tinggi dalam jamur sebagai pangan, penanaman yang mudah dan cepat tumbuh, harga bibit jamur yang cenderung murah namun bernilai tinggi, pangsa pasar yang tinggi serta kebutuhan ruang untuk budidaya yang tidak luas.



Gambar 8. Diagram Kriteria Pemilihan Jenis Jamur

Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan pemetaan isu dan solusi tersebut, maka jenis jamur yang dipilih adalah jamur merang, jamur tiram, jamur reishi dan jamur kayu putih.



Gambar 9. Diagram Jenis Jamur beserta Kegunaannya

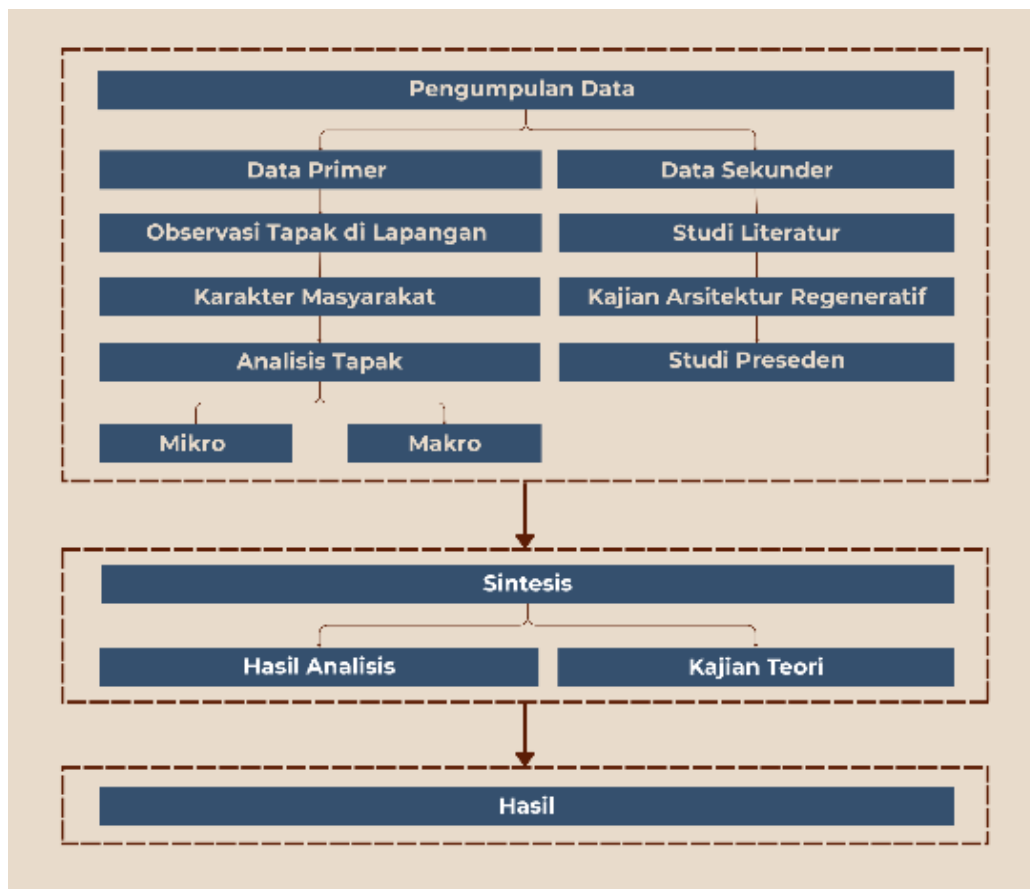
Sumber: Penulis, 2025

Selain berdasarkan isu dan solusi tersebut, jenis jamur yang dipilih juga sudah harus sesuai dengan kebutuhan aspek regeneratif. Jamur merang memiliki peran sebagai pengurai limbah dan waste upcycling serta sumber pangan nabati. Jamur tiram memiliki peran sebagai pengurai limbah dan waste upcycling, sumber media biodegradable packaging dan sumber pangan nabati. Jamur reishi memiliki peran sebagai biofiltrasi alami dan bioremediasi tanah. Serta jamur kayu putih memiliki peran sebagai biofiltrasi alami, sumber media biodegradable packaging dan bioremediasi tanah alami. (Buswell, 2001)

3. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan. Data sekunder dikumpulkan dari studi literatur terkait tunawisma dan arsitektur regeneratif. Metode pengumpulan data meliputi observasi studi preseden di beberapa panti sosial, dokumentasi visual, serta penelusuran informasi arsitektur. Tahapan penelitian mencakup identifikasi isu, pengumpulan data sosial dan ekologis, eksplorasi potensi budidaya jamur di panti sosial, penyusunan hasil program ruang baru.

Analisis dilakukan secara kualitatif melalui analisa mikro, makro serta analisis spasial terkait tapak untuk melihat kesesuaian lokasi. Sintesis dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis dan teori regeneratif urbanism, desain partisipatif, dan pertanian mikro. Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan kompleksitas sosial-ekologis isu tunawisma serta menawarkan solusi regeneratif yang aplikatif dan kontekstual melalui budidaya jamur.



Gambar 10. Diagram Alur

Sumber: Penulis, 2025

4. DISKUSI DAN HASIL

Usulan Tapak

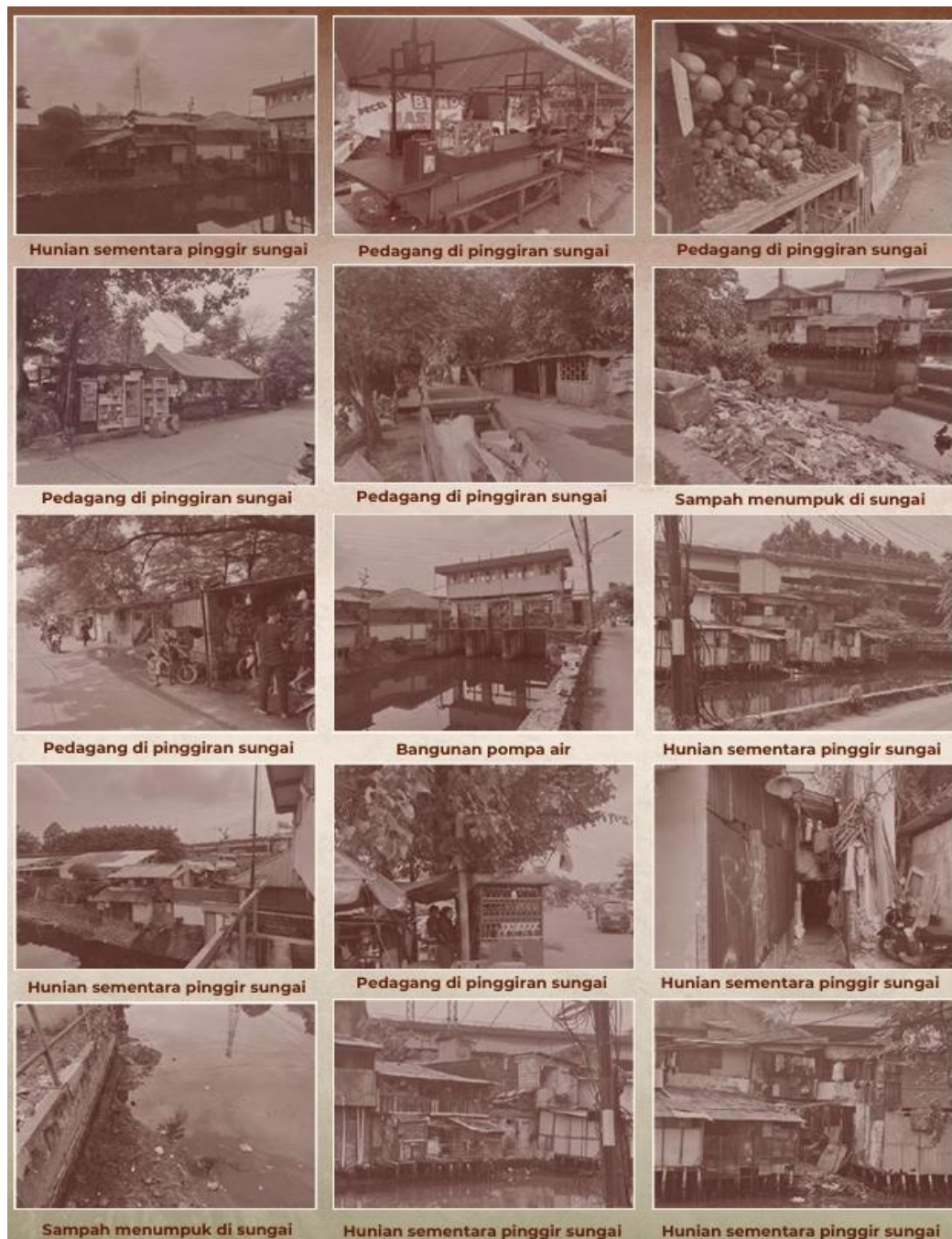
Lokasi tapak berada di Bandengan Utara, Pejagalan, Penjaringan, Jakarta Utara. Tapak berada tepat di pinggir kedua kali besar di Jakarta yaitu kali angke dan kali krendang, dimana kedua kali tersebut kerap kali menjadi sorotan karena masalah lingkungan yang tidak kunjung selesai. Mulai dari bau menyengat yang ditimbulkan dari penumpukan sampah di pinggirian kali, kondisi air kali yang tercemar serta banyaknya rumah kumuh sementara yang tidak layak huni dan turut andil dalam memperburuk kualitas kali atau sungai tersebut. Pinggiran kali juga penuh dengan pedagang liar yang juga tidak disiplin dalam menjaga lingkungannya terutama mengenai pembuangan sampah yang tidak pada tempatnya.



Gambar 11. Tapak
Sumber: Penulis, 2025



Gambar 12. View pada Tapak
Sumber: Penulis, 2025



Gambar 13. Kondisi Eksisting Tapak

Sumber: Penulis, 2025

Dokumentasi oleh penulis yang diambil secara langsung di tapak menunjukkan bahwa kondisi eksisting di sepanjang bantaran sungai didominasi oleh hunian sementara yang berdiri secara ilegal dan tidak terencana. Bangunan-bangunan ini umumnya menggunakan material seadanya, berdempetan, serta tidak memiliki sistem sanitasi dan drainase yang memadai. Selain hunian, juga ditemukan banyak aktivitas perdagangan informal di pinggir sungai yang memanfaatkan badan jalan dan area sempit di tepi air, yang memperparah kepadatan dan ketidakteraturan tata ruang kawasan.

Di beberapa titik, terlihat penumpukan sampah yang mencemari aliran sungai, menciptakan potensi besar terhadap banjir, pencemaran air, dan penyakit. Tidak adanya sistem pengelolaan

limbah yang terorganisir menyebabkan sungai menjadi tempat pembuangan akhir. Kondisi ini diperparah oleh keberadaan bangunan pompa air yang berada di tengah lingkungan padat dan kumuh, menjadikan fungsinya rentan terganggu oleh sedimentasi atau tumpukan sampah.

Secara keseluruhan, tapak berada dalam kondisi lingkungan yang tidak layak huni, penuh dengan risiko kesehatan, rawan bencana, serta minim ruang terbuka dan fasilitas publik. Hal ini menunjukkan perlunya penataan ulang secara menyeluruh melalui pendekatan arsitektur yang inklusif, ekologis, dan regeneratif.

Analisis Makro

Tapak proyek berada di kawasan Jakarta Utara yang strategis, tepat di persimpangan antara Jalan Bandengan Selatan dan Jalan Jembatan Dua. Dari analisis radius 500 meter, dapat dilihat bahwa tapak dikelilingi oleh zona hunian padat, area komersial non-hunian, dan ruang terbuka hijau, serta berada di dekat dua aliran sungai yaitu Kali Angke dan Kali Krendang, yang berpotensi mendukung fungsi biofiltrasi dan regenerasi ekologis melalui pendekatan *mycelium*.

ANALISIS MAKRO



Gambar 14. Analisis Makro
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025

Keberadaan taman kota (*Penjaringan City Forest Park*) di sisi utara menjadi potensi penting sebagai area penyangga lingkungan sekaligus ruang publik yang sehat. Di sisi selatan terdapat Stasiun Pintu Air Kali Duri Ledeng yang berhubungan dengan pengendalian air, sangat relevan untuk pengolahan limbah dan perencanaan sistem drainase proyek. Beberapa bangunan di sekitar tapak, seperti Hotel Harrison dan Premier Mansion, menunjukkan adanya aktivitas urban yang cukup dinamis di kawasan ini. Kehadiran berbagai zona ini memungkinkan desain proyek tidak hanya menjawab kebutuhan hunian, tetapi juga menyatu dengan sistem sosial, ekologis, dan infrastruktur kota secara lebih luas.

Analisis Mikro

Aksesibilitas

Sirkulasi utama pada tapak merupakan jalan dua arah selebar 6 meter (2 mobil) yang terletak pada bagian tengah dari kedua zona proyek A dan B (Jl. Inspeksi Kali Duri). Sirkulasi tapak lainnya berada pada Selatan dan Utara yang merupakan jembatan menuju Jl. Kepanduan 2. Hal ini dapat direpson dengan mengadakan pintu masuk utama di Jl. Inspeksi Kali Duri.

Kebisingan

Sumber kebisingan yang berimbas ke dalam tapak terdapat dari beberapa sumber. Adapun sumber utama adalah dari jalan tol dalam kota yang berada di sisi barat tapak. Area hunian

nantinya akan diberikan peredam kebisingan dengan vegetasi dan juga bangunan di jauhkan dari batas tapak agar meminimalisir kebisingan yang masuk. Sumber lainnya hanya dari jalan sekunder (Jalan Kali Duri dan Jalan Kepanduan) aktivitas kendaraan tidak terlalu tinggi sehingga relatif tidak terlalu bising.

View From Site

View dari tapak untuk zona hunian A: Utara adalah Hunian masyarakat; Timur adalah Zona B; Selatan adalah Hunian masyarakat; Barat adalah Hunian Masyarakat. Sedangkan view dari tapak untuk zona B: Utara adalah Hunian masyarakat; Timur adalah Hunian masyarakat; Selatan adalah Hunian masyarakat; Barat adalah Zona A.

View To Site

View ke proyek utama dapat dilihat dari jalan tol dalam kota. Hal ini dapat dimanfaatkan sebagai landmark baru di kawasan Bandengan serta dapat menjadi daya tarik bagi kendaraan yang lewat dengan intensitas jumlah yang tinggi di jalan tol dalam kota. View ke tapak lainnya berasal dari jalan primer (Jalan Inspeksi Kali Duri dan Jalan Terusan Bandeng)

Zoning

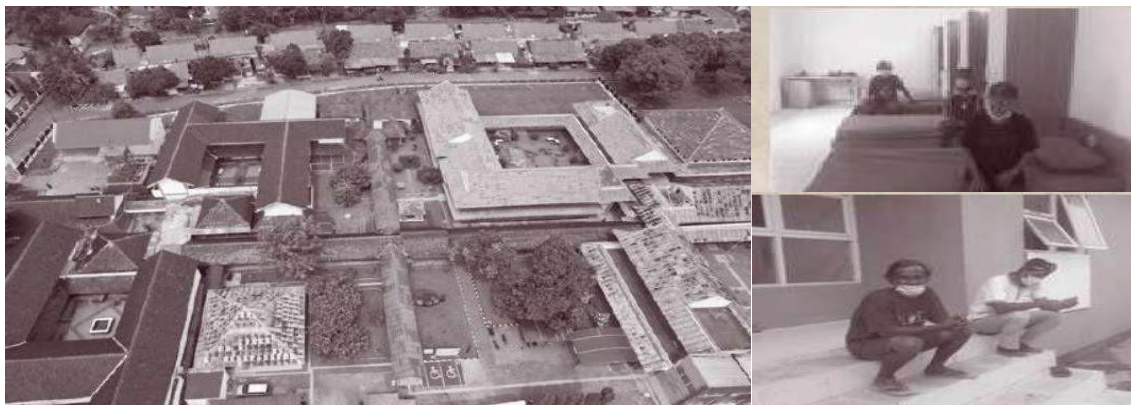
Proyek dibagi menjadi 2 zona yaitu zona A dan B. Hal ini dikarenakan kedua zona dipisahkan dengan Kali Krendang. Zona A saat ini merupakan hunian sementara yang kumuh sedangkan zona B merupakan lahan kosong. Nantinya zona A akan menjadi hunian tunawisma yang layak (privat) dan zona B menjadi zona wisata, pertanian serta pusat budidaya jamur (publik). Kali yang berada di tengah kedua zona akan difiltrasi dan diadakan jembatan yang menghubungkan kedua zona tersebut.



Gambar 15. Analisis Mikro
Sumber: Penulis, 2025

Studi Preseden

Balai Rehabilitasi Sosial Eks Gelandangan & Pengemis (BRSEGP) "Pangudi Luhur" Bekasi, Jawa Barat, Indonesia. Balai Rehabilitasi Sosial Eks Gelandangan dan Pengemis (BRSEGP) "Pangudi Luhur" merupakan fasilitas yang berfokus pada rehabilitasi dan pemberdayaan eks gelandangan dan pengemis di Bekasi.



Gambar 16. BRSEGP
Sumber: Kompas.com, 2022

Tabel 3. Program Ruang Balai Rehabilitasi Sosial Eks Gelandangan & Pengemis (BRSEGP)

Program Ruang	Deskripsi
<i>Bimbingan Keterampilan Kerja</i>	Pelatihan keterampilan seperti pengelasan, perbengkelan, dan pertanian hidroponik untuk meningkatkan kemandirian ekonomi warga binaan.
<i>Terapi Psikososial</i>	Program pemberdayaan yang mencakup terapi psikososial untuk membantu proses rehabilitasi sosial.
<i>Fasilitas Pendidikan</i>	Rencana pendirian Sekolah Rakyat di Sentra Terpadu Pangudi Luhur (STPL) Bekasi untuk meningkatkan akses pendidikan bagi anak-anak dari keluarga kurang mampu.
<i>Klinik Kesehatan</i>	Layanan kesehatan untuk memastikan kesejahteraan fisik warga binaan.
<i>Fasilitas Hunian</i>	Asrama atau tempat tinggal sementara bagi warga binaan selama masa rehabilitasi
<i>Ruang Konseling</i>	Tempat untuk sesi konseling individu atau kelompok guna mendukung kesehatan mental dan emosional.
<i>Ruang Serbaguna</i>	Digunakan untuk kegiatan bersama, pelatihan, atau acara komunitas.
<i>Area Rekreasi</i>	Fasilitas olahraga atau rekreasi untuk mendukung kesejahteraan fisik dan mental.

Sumber: Penulis, 2025

Kesimpulan

BRSEGP Pangudi Luhur sudah dirancang dengan memikirkan kegiatan pengguna utama yaitu tunawisma. Namun, zoning dari bangunan belum nyaman bagi para pengguna. Aspek sosial dan ekonomi sirkular juga belum dimaksimalkan sehingga terkesan tidak inklusif. Fungsi fungsi bangunan juga terkesan dikotak-kotakan dan terkesan hanya ditambahkan saja seiring berjalannya waktu dan menambahnya kebutuhan, sehingga sirkulasi dan ruang bersama tidak maksimal pada bangunan. BRSEGP juga belum memikirkan aspek dampak positif bagi lingkungan, masih terkesan *human centered*.

WE architecture + Erik Juul's Urban Garden and Housing for Copenhagen's Homeless

Panti Sosial tersebut merupakan rancangan konsep yang belum dibangun secara nyata. Perancang mendesain panti tersebut sebagai tempat di mana perumahan dan taman hijau menciptakan ruang untuk pertemuan antara penduduk setempat dan para tunawisma serta jalan untuk masa depan.



Gambar 17. WE architecture + Erik Juul's Urban Garden and Housing for Copenhagen's Homeless

Sumber: Archdaily.com, 2023

Untuk memfasilitasi interaksi antara komunitas dan para tunawisma, panti sosial tersebut dirancang menggunakan struktur modular dan tidak permanen, sehingga dapat sewaktu-waktu dipindah ataupun ditambahkan fungsi baru tanpa merusak estetika dan mengganggu ruang kebersamaan. Selain kamar tidur, panti berbentuk kontainer-kontainer tersebut juga menyediakan berbagai aktivitas seperti dapur, ruang makan, kantor, ruang keluarga, studio yoga, pertanian perkotaan dan kafe.

Tabel 4. Progam WE architecture + Erik Juul's Urban Garden and Housing for Copenhagen's Homeless

Program Ruang	Deskripsi
<i>Hunian Sementara</i>	Unit-unit tempat tinggal sementara yang dirancang untuk memberikan akomodasi bagi tunawisma, membantu mereka memulai kembali kehidupan mereka.
<i>Kebun Urban</i>	Taman hijau yang dirancang untuk menciptakan platform pertemuan antara penduduk lokal dan tunawisma, serta menyediakan jalur untuk awal yang baru
<i>Fasilitas Sosial dan Komunitas</i>	Ruang untuk berbagai kegiatan yang membantu tunawisma dalam kehidupan profesional dan sosial mereka, meningkatkan komunikasi dengan otoritas, serta membantu mereka merawat
<i>Ruang Serbaguna</i>	Area yang dapat digunakan untuk kegiatan semi-publik, berfungsi sebagai tempat pertemuan sosial bagi lingkungan sekitar.

Sumber: Penulis, 2025

Kesimpulan

Panti sosial tersebut sudah dirancang dengan sangat memikirkan aktivitas pengguna didalamnya, terutama untuk aspek sosial. Panti sosial memfokuskan fungsinya untuk menciptakan ruang kebersamaan tidak hanya untuk para tunawisma tetapi juga bersama masyarakat sekitar. Namun, belum ada aspek regeneratif dan juga arsitektur sirkular yang diciptakan dalam proyek tersebut dan menjadikan proyek tersebut belum mandiri secara total dan memberikan dampak positif seperti karbon positif kepada lingkungan.

Kesimpulan Perbandingan Preseden

Berdasarkan tabel perbandingan studi preseden tersebut, dapat disimpulkan bahwa proyek sebaiknya menggabungkan kekuatan dari kedua pendekatan: kestabilan dan dukungan fasilitas rehabilitatif seperti pada BRSEGP "Pangudi Luhur", serta fleksibilitas dan pendekatan komunitas dari WE Architecture. Hal ini dilakukan agar panti sosial tidak hanya berfungsi sebagai tempat pemulihan, tetapi juga sebagai ruang pemberdayaan sosial-ekologis terhadap konteks masyarakat kota. Dengan pendekatan desain yang modular, regeneratif, dan berbasis komunitas, proyek ini dapat menjadi prototipe hunian inklusif yang menyatu dengan lingkungan, fleksibel terhadap kebutuhan pengguna, serta mendorong partisipasi aktif dan keberlanjutan sosial.

Tabel 5. Perbandingan Preseden

Preseden	BRSEGP "Pangudi Luhur", Bekasi	WE Architecture + Erik Juul's Urban Garden, Copenhagen
Tipe Proyek	Fasilitas rehabilitasi dan pemberdayaan eks tunawisma	Desain konsep hunian dan taman urban untuk tunawisma
Status Proyek	Sudah dibangun dan beroperasi	Belum dibangun (konseptual)
Fungsi Utama	Rehabilitasi sosial, pelatihan	Hunian sementara, taman interaksi,

	keterampilan, asrama, konseling	ruang komunitas
Pendekatan Desain	Fungsional dan institusional	Modular, fleksibel, dan komunitas-oriented
Ruang Pendukung	Klinik, ruang konseling, ruang serbaguna, fasilitas pendidikan	Kafe, ruang makan, ruang kerja, kebun urban
Sistem Hunian	Asrama/komunal	Unit kontainer individual
Kelebihan	Fokus pada rehabilitasi menyeluruh dan program pemerintah	Partisipatif, menyatu dengan masyarakat sekitar
Kekurangan	Kurang menyatu dengan masyarakat, zoning kaku, tidak fleksibel	Belum memiliki skema implementasi nyata dan sistem berkelanjutan
Output Sosial	Pemulihan mental dan ekonomi eks tunawisma	Pemberdayaan komunitas tunawisma dan masyarakat lokal

Sumber: Penulis, 2025

Skema Regeneratif Proyek

Pendekatan regeneratif pada proyek tidak hanya diwujudkan melalui bentuk arsitektur yang biomimikri terhadap sistem jamur, tetapi juga melalui integrasi proses ekologis yang berkontribusi positif terhadap lingkungan. Skema output regeneratif-karbon positif dirancang dengan memanfaatkan kemampuan mycelium dalam mengurai limbah organik, menyaring air tercemar, serta melakukan bioremediasi tanah. Limbah dari pemukiman, pasar, dan sampah sungai diolah melalui tahapan biofiltrasi dan disinfeksi untuk menghasilkan air bersih, baik untuk konsumsi maupun keperluan non-konsumsi. Sementara itu, limbah padat diolah menjadi biodegradable packaging, kemasan alternatif pengganti styrofoam, hingga material padat untuk struktur atau produk bernilai lainnya.

Seluruh proses regeneratif ini membuka peluang besar bagi penciptaan ekonomi sirkular berbasis komunitas, khususnya bagi kelompok tunawisma dan masyarakat hunian kumuh. Mereka tidak hanya diberdayakan secara sosial melalui hunian layak, tetapi juga dilibatkan dalam siklus produksi seperti pengolahan limbah, pembudidayaan jamur, dan pengolahan produk berbasis jamur lainnya. Dengan demikian, proyek ini berfungsi sebagai pemberdayaan ekonomi yang menyatu dengan proses pemulihan lingkungan di kota. Model ini memperlihatkan bahwa regenerasi alam dan sosial bukanlah dua hal terpisah, melainkan satu sistem terpadu yang saling memperkuat untuk menciptakan keberlanjutan kota yang lebih adil dan inklusif.



Gambar 18. Skema Regeneratif Proyek

Sumber : Penulis, 2025

Program Ruang

Program ruang disusun berdasarkan pembagian fungsi utama menjadi dua tapak, yaitu Tapak A untuk fungsi living (pemukiman) dan Tapak B untuk fungsi supporting (pendukung, edukatif, dan produktif). Pada Tapak A seluas 7.629 m², seluruh area dialokasikan untuk fungsi housing (100%), yang terbagi ke dalam tiga komponen: hunian sementara berupa panti sosial atau hope

shelter (60%), hunian permanen sebagai bagian dari penataan ulang permukiman kumuh bantaran sungai (35%), serta area utilitas (5%).

Sementara itu, Tapak B seluas 21.440 m² difungsikan sebagai kawasan pemberdayaan dan regenerasi dengan komposisi: Fungi Ecosystem Center (65%), Myco-Experience Center (20%), dan Social Space Area (15%). Fungi Ecosystem Center terdiri dari sistem regeneratif (60%), skill hub pelatihan (38%), dan laboratorium jamur (2%) sebagai ruang riset dan eksperimen. Social Space Area mencakup zona interaksi publik (80%) dan ruang pertemuan kolaboratif (20%) yang mendukung proses sosial dan edukasi komunitas. Myco-Experience Center berfungsi sebagai ruang edukatif dan rekreatif yang terdiri dari zona pendidikan (50%), kuliner berbasis jamur (32%), dan aktivitas lainnya (18%).

Tabel 6. Program Ruang

Program Ruang	Fungsi
<i>Living</i>	Area <i>living</i> difokuskan untuk user utama dari bangunan yaitu para tunawisma. Area <i>living</i> nantinya akan dibagi menjadi hope shelter dan rumah susun relokasi di tapak existing. Hunian diharapkan dapat meningkatkan kualitas kehidupan tunawisma menjadi layak sehingga dapat menopang tujuan aspek lainnya di bangunan.
<i>Nature</i>	Zona alam akan difokuskan pada tentunya alam di tapak dan sekitar tapak. Zona tersebut akan meliputi seluruh kegiatan yang memberikan dampak positif bagi lingkungan seperti filtrasi air, pertanian perkotaan berbasis jamur serta pengolahan limbah organik.
<i>Economy</i>	Pada bangunan juga akan memfokuskan target peningkatan aspek ekonomi baik untuk pengguna bangunan yaitu tunawisma maupun untuk masyarakat sekitar tapak. Diharapkan dapat menciptakan sirkulasi ekonomi yang mandiri dan juga berkelanjutan.
<i>Community</i>	Pada bangunan juga akan mengadakan program ruang yang difokuskan untuk menjaga atau bahkan mengembalikan kebiasaan sosial manusia, dalam hal ini mengadakan fungsi ruang bersama untuk memperkuat komunitas didalam maupun sekitar lingkungan
<i>Health</i>	Mengintegrasikann arsitektur regeneratif dengan agrobioteknologi dengan media jamur, diharapkan output yang diterima dari produk- produk yang diolah menjadi lebih sehat dan dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan masyarakat jangka panjang.
<i>Tourism</i>	Bangunan dapat menarik perhatian masyarakat disekitar tapak maupun untuk cakupan yang luas. Dapat digunakan untuk bahan studi maupun untuk destinasi wisata yang belum pernah ada sebelumnya. Aspek ini juga dapat berkaitan dengan aspek ekonomi dan sosial.

Sumber: Penulis, 2025

Pembagian program ruang ini dirancang untuk menciptakan integrasi antara tempat tinggal, edukasi, produksi, dan interaksi sosial, sehingga mampu membentuk ekosistem regeneratif yang mendukung kehidupan masyarakat tunawisma sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan secara berkelanjutan.



Gambar 19. Diagram Program Ruang
Sumber : Penulis, 2025

SOCIAL SPACE AREA		Ruang	Kapasitas	Luas per Orang (m2)	Furnitur Utama (cm)	Unit	Total Luas (m2)
Public Interaction Zone	1.715m2	Volunteer Hall	100 orang	4m2	Kursi 50x60	100	400m2
		Indoor Fungi Garden	200 orang	4m2	Rak Tanaman Vertikal 180x60x120	50	700m2
		Klinik	20 orang	4m2	Meja 180x70	7	150m2
		Library	30 orang	4m2	Rak buku 180x40	15	150m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	315m2
Collaborative Meeting Zone	430m2	Ruang Bilik	20 orang x 4 ruang	-	Meja Rapat 600x150	1 x 4	832m2 x 4 ruang = 3328m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	100m2
MYCO-EXPERIENCE CENTER							
Education	3.216m2	Fungi Exhibition Area	100 orang	3m2	Panel Display 200x50x300	20	600m2
		Fungi Adventure Trail	50 orang	-	-	-	1.000m2
		Area Pameran Jamur	50 orang	-	Rak 120x50x200	20	500m2
		Ecotopia & Sustainability Forum	200 orang	3m2	Kursi Auditorium 60x60	200	600m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	616m2
Culinary	3.087m2	Fungi Gastronomi	100 orang	-	Meja Makan 180x80	25	300m2
		Cooking Studio	25 orang x 2 studio	3m2	Meja Masak 200x80	10	750m2 x 2 studio = 1500m2
		Fungi Fest	500 orang	-	Blooth 250x250	300	2.000m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	637m2
		Toko Souvenir	50 orang	-	Rak Display 200x50	40	120m2
Others	129m2	Sirkulasi	-	-	-	-	24m2
HOUSING							
Hope Shelter	5.578m2	Hunian Sementara Laki-laki	300 orang	5m2	Kasur 200x100	300	1.620m2
		Hunian Sementara Perempuan	300 orang	5m2	Kasur 200x100	300	1.620m2
		Dapur Bersama	20 orang	3m2	Meja 200x80	3	60m2
		Toilet Bersama	100 bilik perempuan 100 bilik laki-laki	3m2 / bilik	Kloset	100 x 2	600m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	1.678m2
Rumah Susun	2.670m2	Hunian Permanen	74 kepala keluarga x 4 orang = 296 orang	36m2 / KK	Kasur 200x150	150	3.900m2
		Sirkulasi	-	-	-	-	770m2
		Utilitas	20 orang	-	-	-	380m2
FUNGUS ECOSYSTEM CENTER							
Fungi Regenerative Systems	7.718m2	Urban Myco Forest	100 orang	6m2	-	-	2.125m2
		Organic Waste Upcycling Lab	50 orang	6m2	Meja 180x90, Rak 120x60	10	1.125m2
		Biodegradable Packaging Hub	200 orang	5m2	Rak 120x40	15	725m2
		Water Filtration Hub	50 orang	5m2	Tangki Air 100x200	30	1.125m2
		Utilitas	-	-	-	-	400m2
Skill Hub	2.058m2	Sirkulasi	-	-	-	-	2.218m2
		Fungi Farming Workshop	50 orang x 2 ruang	4m2	Meja 100x50	25	200m2
		Workshop Pengolahan Limbah	50 orang x 2 ruang	4m2	Meja 200x80	10	400m2
		Workshop Biodegradable Packaging	50 orang x 4 ruang	4m2	Meja 100x50	25	400m2
		Workshop Bioremediasi Tanah	100 orang x2 ruang	4m2	Rak 100x80	30	400m2
Laboratory	1.158m2	Sirkulasi	-	-	-	-	658m2
		Fungi Laboratory	50 orang	4m2	Meja 150x80	50	1.158m2

Gambar 20. Tabel Program Ruang
Sumber : Penulis, 2025

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi antara aspek sosial dan ekologis dalam penanganan isu tunawisma dan permukiman kumuh ilegal di Jakarta dapat dicapai melalui pendekatan arsitektur regeneratif dengan memanfaatkan budidaya jamur di dalam panti sosial dan rumah susun. Temuan utama menunjukkan bahwa budidaya jamur, khususnya pada fase mycelium, mampu berperan sebagai media ekologis dalam mengurai limbah organik dan sebagai aspek sosial dalam memberdayakan tunawisma secara ekonomi dan psikososial. Melalui proses analisis tapak, studi preseden, serta pemetaan kebutuhan sosial dan lingkungan,

rancangan panti sosial dan rumah susun dengan program ruang kreatif yang baru serta inklusif dan produktif dapat dihasilkan. Konsep ini tidak hanya menyediakan hunian layak, tetapi juga menjadi wadah edukasi, terapi, dan ekonomi sirkular bagi penghuni. Dengan demikian, model panti sosial yang terintegrasi dengan pusat budidaya jamur berpotensi menjadi solusi regeneratif yang aplikatif dan berkelanjutan di wilayah Jakarta.

Saran

Berdasarkan hasil kajian, disarankan agar konsep panti sosial dan rumah susun regeneratif yang mengintegrasikan budidaya jamur fase mycelium dapat dikembangkan lebih lanjut dengan berdasarkan program ruang proyek percontohan dari penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk mengukur efektivitas desain dalam kondisi nyata serta melihat dampak sosial dan ekologis secara langsung. Studi lanjutan juga dapat memperdalam aspek teknis penggunaan mycelium sebagai material arsitektur dan mengeksplorasi potensi kolaborasi lintas sektor untuk keberlangsungan program ini. Diperlukan pendekatan kolaborasi antara arsitek, ahli sosial, masyarakat, dan pemerintah agar desain tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga dapat dijalankan secara fungsional dan adaptif terhadap dinamika sosial perkotaan.

REFERENSI

- Adamatzky, A. (2018). *Fungal computing: Experiments with fungi*. Elsevier.
- Al Khatib, H., El Nadi, A., & Abdelaal, M. (2024). Biophilic architecture as an approach for sustainable design: A systematic review. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(1), 101312. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.101312>
- Chairat Pattarasiripol, Jitjak, W. and Jesper T. N. Knijnenburg (2025). Biodegradable sheets from dried mycelia of edible mushrooms. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 10(1). doi:10.22146/jtbb.14001.
- Clarke, A., & Parsell, C. (2017). Charity and justice in the provision of welfare to the homeless. *Urban Studies*. doi:<https://doi.org/10.1177/0042098016640461>
- Desa, A., Ismail, N., & Aziz, A. (2019). Mycoremediation: Fungal bioremediation as a sustainable method for waste management. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, 56-62.
- Elsacker, E., Vandeloock, S., Brancart, J., Peeters, E., & De Laet, L. (2022). Mechanical, physical and chemical characterisation of mycelium-based composites with different types of lignocellulosic substrates. *Journal of Materials Science*, 57, 372–389. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-06611-3>
- Insani, S. A. (2021). *Gelandangan dan pengemis: Menilai respons masyarakat terhadap masalah sosial*. Retrieved 2025, from <https://samiyahamalinsani.or.id/gelandangan>
- Jones, M., Huynh, T., Dekiwadia, C., Daver, F., & John, S. (2020). Mycelium composites: A review of engineering characteristics and growth kinetics. *Journal of Bionic Engineering*.
- Kompas.com. (2021). *Cerita gelandangan kapok masuk panti sosial: 'Dibuang', disuruh jauh dari Jakarta*. Retrieved 2025, from <https://www.kompas.com>
- Kompas.com. (2021). *Walaupun tak nyaman, jalanan tetap dipilih gelandangan ketimbang panti sosial*. Retrieved from <https://www.kompas.id>
- Mang, P., & Reed, B. (2012). Designing from place: A regenerative framework and methodology. *Building Research & Information*, 23-38.
- Pattarasiripol, C., Jitjak, W., & Knijnenburg, J. T. N. (2025). Biodegradable sheets from dried mycelia of edible mushrooms. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 10(1). <https://doi.org/10.22146/jtbb.14001>
- Pishdad-Bozorgi, P., & Tayyebi, A. (2022). Development of a building evaluation framework for biophilic design in architecture. *Building and Environment*, 207, 108510. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108510>

- Statments, P. (2005). Mycelium running: How mushrooms can help save the world. *Ten Speed Press*.
- UNEP. (2022). *Nature-based solutions for sustainable development*. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/nature-based-solutions-sustainable-development>
- UN-Habitat. (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Retrieved from <https://unhabitat.org>
- Putra, E. I., & Hayasaka, H. (2011). Recent progress in forest fire control in Indonesia. *International Forest Fire News*, 41, 57–65.
- Van de Walle, A. et al. (2023). Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management. *Environmental Science and Ecotechnology*, 16, p. 100277. doi:10.1016/j.es.2023.100277.
- Zhang, J., He, P., Lin, Y., Song, H., Dong, H., Zhu, X., & Zhang, J. (2019, August). *The Cushion Performance of Mycelium-Cornstraw Biofoams*. 484-489. doi:<https://doi.org/10.1166/jbmb.2019.1876>

