
PENERAPAN PRINSIP PERMAKULTUR DESAIN MELALUI ELEMEN ARSITEKTURAL PADA BANGUNAN *VERTICAL HARVEST FARMS, USA*

Aprilia Shyntia Dewi

Program Studi Arsitektur

Fakultas Arsitektur dan Desain

UPN "Veteran" Jawa Timur

apriashyntiadewi@gmail.com

Muchlisiniyati Safeyah

Program Studi Arsitektur

Fakultas Arsitektur dan Desain

UPN "Veteran" Jawa Timur

muchlisiniyati.ar@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Fenomena ketidakberlanjutan pertanian perkotaan (*urban farming*) dalam bentuk bangunan atau area pertanian dipengaruhi faktor lingkungan, manusia dan infrastruktur. Seperti di Indonesia, belum tersedianya bangunan pertanian perkotaan yang mendukung infrastruktur terhadap ketahanan pangan, sehingga kurang dalam merespon kondisi iklim dan cuaca setempat. Bangunan pertanian yang ada masih berfokus pada teknik tanaman yang mudah tanpa memikirkan konsep berkelanjutan. Untuk itu, dilakukan penelitian terhadap bangunan yang sukses dalam penerapan pertanian perkotaan, seperti *Vertical Harvest Farms USA* yang memiliki konsep pertanian berkelanjutan. Konsep berkelanjutan untuk pengolahan pertanian perkotaan dapat dicapai dengan prinsip permakultur desain melalui elemen arsitektural pada penataan ruangan, tipologi massa dan material bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sejauh mana prinsip permakultur desain diterapkan lalu dikaitkan dengan elemen arsitektural pada *Vertical Harvest Farms USA*. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui data sekunder dari berbagai teori dan studi literatur yang relevan dengan topik penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Vertical Harvest Farms USA* sebagian besar mencakup penerapan prinsip permakultur desain melalui elemen arsitektural. Adapun wujud fisiknya berupa penggunaan material berbasis *green house* yang disesuaikan dengan cuaca dan iklim daerah setempat dan penataan ruang yang optimal sesuai konsep ruang pertanian. Namun, terkait tipologi massa, masih kurang memenuhi kriteria prinsip permakultur desain, yaitu Desain dari Pola hingga Detail.

KATA KUNCI: material, *urban farming*, penataan ruang, permakultur desain, tipologi massa

The phenomenon of unsustainable urban farming in the form of buildings or agricultural areas is influenced by environmental, human and infrastructure factors. As in Indonesia, there are no urban agricultural buildings that support infrastructure for food security, so they are less able to respond to local climate and weather conditions. Existing agricultural buildings still focus on easy crop techniques without thinking about sustainable concepts. For this reason, research was carried out on buildings that were successful in implementing urban agriculture, such as Vertical Harvest Farms USA which has a sustainable farming concept. A sustainable concept for urban agricultural processing can be using achieved permaculture design principles through architectural elements in room arrangement, mass typology and building materials. This research aims to analyze the extent to which permaculture design principles are applied and then linked to architectural elements at Vertical Harvest Farms USA. The method used is descriptive qualitative through secondary data from various theories and literature studies relevant to the research topic. The research results show that Vertical Harvest Farms USA largely includes the application of permaculture design principles through architectural elements. The physical form is the use of green house-based materials that are adapted to the weather and climate of the local area and optimal spatial planning according to the agricultural space concept. However, regarding the mass typology, it still does not meet the criteria for the permaculture design principle, namely Design from Pattern to Detail.

KEYWORDS: material, *urban farming*, spatial planning, permaculture design, mass typology

PENDAHULUAN

Urbanisasi dianggap sebagai salah satu masalah di wilayah perkotaan karena cenderung menghasilkan

ketidakseimbangan antara kemampuan kota untuk menampung jumlah penduduk yang semakin bertambah. Semakin meningkatnya urbanisasi, pemenuhan kebutuhan pangan meningkat pula. Selain

itu, lahan hijau pun semakin terbatas (Nurlaelih dkk., 2019). Agar menjadi kota yang mandiri dan tidak bergantung pada *supply* pangan pedesaan, diperlukan suatu kegiatan yang dapat memenuhi kebutuhan pangan, yaitu dengan sistem pertanian perkotaan (*urban farming*).

Urban farming adalah praktik menanam dan pemeliharaan hewan ternak di dalam dan sekitar kawasan perkotaan besar (metropolitan) atau kota kecil guna mendapatkan makanan atau kebutuhan lain serta penghasilan tambahan, meliputi pengolahan hasil panen, pemasaran hingga distribusi produk dari kegiatan tersebut (Bareja, 2022). Teknik *urban farming* yang dapat digunakan, antara lain hidroponik, aquaponik, *micro greens*, dan *vertical farm* (Olih dkk., 2021). Di Indonesia, fasilitas *urban farming* belum sesuai dengan infrastrukturnya sehingga permasalahan yang diakibatkan oleh iklim dan cuaca mempengaruhi kegiatan bertani karena kurangnya sarana dan prasarana yang dapat merespon kondisi iklim dan cuaca setempat.

Menurut Hamzens & Moestopo (2018), petani di perkotaan umumnya akan mengalami kesulitan terkait lahan, modal usaha, cuaca di daerah pertanian dan pengetahuan pertanian itu sendiri. Keterbatasan jumlah fasilitas dan peralatan yang dibutuhkan dalam menjalankan program dapat mengakibatkan kegagalan dalam pelaksanaannya (George Edwards III). Seringkali kegiatan *urban farming* hanya berfokus pada teknik tanaman yang mudah tanpa memikirkan budaya berkelanjutan. Oleh karena itu, untuk menciptakan sistem *urban farming* berkelanjutan perlu diimbangi dengan prinsip permakultur desain yang dapat dipahami sebagai konsep pertumbuhan pertanian secara mandiri dan sinergis berdasarkan penggunaan lahan yang beragam secara produktif, menguntungkan serta ketahanan sistem yang sehat dan berkelanjutan.

Permakultur Desain

Permakultur adalah istilah yang berasal dari kata *Permaculture* dalam bahasa Inggris yang merupakan singkatan dari *permanent agriculture*. Permakultur mengacu pada praktik pertanian berkelanjutan, berkesinambungan dan terus dilestarikan. Permakultur merupakan sistem yang disesuaikan untuk meniru ekosistem alami, bersifat regeneratif dan melestarikan keberlangsungan hidupnya (Paulus Mintarga dan Kusumanigdy N.H, 2014).

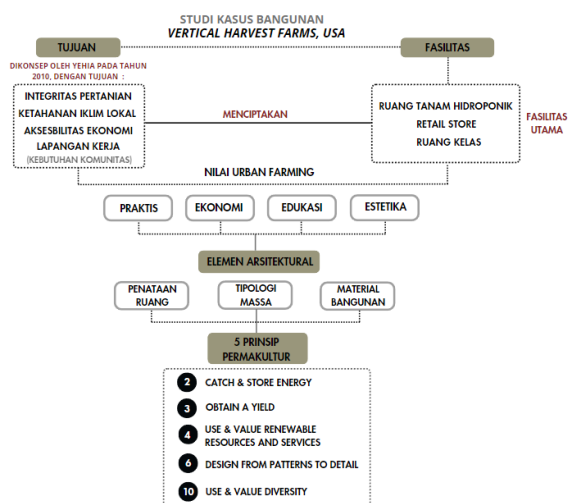
Pada tahun 1978, pakar ekologi Australia David Holmgren dan Bill Mollison menciptakan konsep permakultur sebagai metode sistematis. Menurut Mollison, “permakultur adalah filosofi bekerja dengan alam, bukan melawan, setelah pengamatan yang bijaksana dan teliti.” Di sisi lain, Holmgren menjelaskan istilah tersebut sebagai “lansekap yang didesain dengan sengaja untuk meniru pola dan

hubungan yang terlihat dalam ekosistem alami”. Permakultur memiliki konsep serupa dengan ide pertanian organik dan pertanian terpadu. Namun permakultur lebih memfokuskan pada desain dan perencanaan pertanian berupa praktek pertanian.

Pada hakikatnya, manusia memegang peran sebagai pembentuk kehidupan pribadinya dan mempunyai kewajiban terhadap masa yang akan datang dan bumi. Bekerjalah dengan alam, bukan melawannya (Bill Mollison, 1988). Artinya, kepuasan kebutuhan dan peningkatan kenyamanan manusia seharusnya selaras dan tidak merusak lingkungan alam secara esensial.

Buku “*Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*” membahas mendalam mengenai 12 prinsip permakultur desain. Prinsip tersebut dapat digunakan sebagai pendekatan berpikir dan prinsip desain yang dapat diterapkan pada berbagai aspek, mulai dari lanskap pertanian hingga bangunan hemat energi (David Holmgren, 2002), yaitu : (1) *Observe and Interact*, (2) *Catch & Store Energy*, (3) *Obtain A Yield*, (4) *Apply Self-Regulation and Accept Feedback*, (5) *Use and Value Renewable Resources and Services*, (6) *Produce No Waste*, (7) *Design from Patterns to Detail*, (8) *Integrate Rather Than Segregate*, (9) *Use Small and Slow Solutions*, (10) *Use and Value Diversity*, (11) *Use Edges and Value the Marginal*, (12) *Creatively and Respond to Change*.

Dari 12 (dua belas) prinsip permakultur desain, terdapat 5 (lima) prinsip yang diterapkan melalui elemen arsitektural dalam desain bangunan *Vertical Harvest Farms, USA*. Prinsip-prinsip ini dipilih berdasarkan tujuan dan fasilitas yang dirancang untuk bangunan tersebut. Kemudian, tujuan dan fasilitas tersebut dikaitkan dengan unsur nilai *urban farming* yang telah diterapkan pada bangunan, seperti pada gambar *mindmap* berikut:

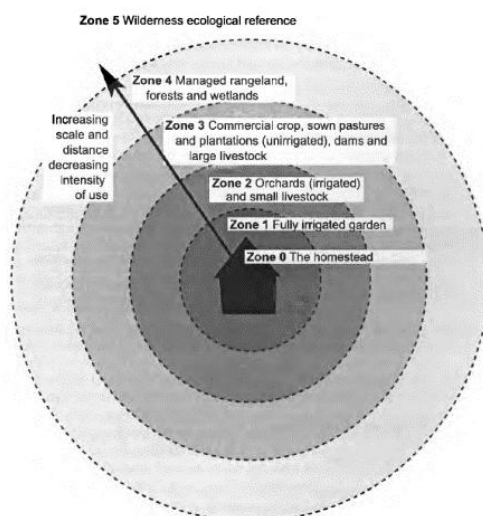


Gambar 1. Mindmap Dasar Pemilihan 5 Prinsip Permakultur Desain

(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

Dibawah ini merupakan penjelasan dari 5 (lima) prinsip permakultur yang dipilih :

- **Tangkap dan Simpan Energi (*Catch and Store Energy*)**
Menangkap dan menyimpan energi jangka panjang, artinya menghemat dan investasi untuk membangun modal alam serta manusia agar dapat digunakan kembali.
- **Dapatkan Hasil (*Obtain a Yield*)**
Sistem rancangan yang dibuat harus memberikan hasil maksimal dan menjamin kelangsungan hidup masyarakat tanpa merugikan masa depan.
- **Gunakan dan Hargai Sumber Daya Alam dan Layanan Terbarukan (*Use and Value Renewable Resources and Services*)**
Sumber daya yang dapat diperbarui guna menciptakan , mengelola dan menjaga sistem panen agar berkelanjutan dan memiliki usia panjang.
- **Desain dari Pola hingga Detail (*Design from Patterns to Detail*)**
Pola sebagai penentuan zona pada site yang didapatkan dari alam sebagai sumber ide. Zona permakultur menjadi pendukung dan identitas respon desain. Zona sebagai alat desain utama permakultur untuk menentukan pola desain yang berkaitan dengan tingkat aktivitas manusia. Zona 0 sebagai rumah tinggal atau persitirahatan; Zona 1 sebagai area kebun sayur dan herbal yang memerlukan pengamatan, perhatian dan pemeliharaan rutin tiap hari; Zona 2 sebagai area kebun kecil yang memerlukan pengamatan, perhatian dan pemeliharaan beberapa hari sekali; Zona 3 sebagai area pertanian komersial; Zona 4 sebagai area tepi terluar; Zona 5 sebagai area terluar atau batasan tapak.



Gambar 2. Zona Permakultur Desain

(Sumber: Buku "*Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*", 2002)

- **Gunakan dan Hargai Keanekaragaman (*Use and Value Diversity*)**

Menggunakan dan menghargai keragaman yang tersedia agar suatu desain yang dirancang mendapatkan alternatif penyelesaian terhadap beragam masalah yang dihadapi.

Objek studi kasus yang diteliti yaitu *Vertical Harvest Farms* yang terletak di kota Jackson, Wyoming USA sebagai bangunan pertanian perkotaan dengan konsep *indoor vertical farming* berbasis *green house* yang terdiri atas 3 lantai dan seluas 13.500 m2. Objek tersebut dipilih karena termasuk bangunan *urban farming* dengan sistem pertanian yang berkelanjutan (*sustainable*). Berikut adalah faktor-faktor pada berkelanjutan (*sustainable*) bangunan:

- **Kapasitas Produksi**
 - Optimalisasi Ruang Vertikal : *Vertical Harvest Farms, USA* menggunakan desain vertikal yang memungkinkan produksi tanaman di beberapa lapisan, meningkatkan kapasitas produksi hingga menghasilkan panen yang setara dengan 5 hektar pertanian tradisional.
 - Produksi Berkelanjutan : Dengan lingkungan yang terkontrol dengan sistem teknologi hidroponik, memungkinkan berproduksi sepanjang tahun tanpa bergantung pada iklim dan cuaca.
- **Kualitas Produk**
 - Kontrol Lingkungan : Tanaman ditanam dalam kondisi yang dikendalikan dan pengawasan terhadap faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, dan nutrisi agar menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan nilai gizi yang optimal dan bebas pestisida.
- **Biaya Produksi**
 - Efisiensi Sumber Daya : Sistem hidroponik mengurangi kebutuhan lahan dan air yang mengurangi biaya perasional. Selain itu, teknologi otomatisasi membantu menekan biaya tenaga kerja.
- **Pemanfaatan Energi**
 - Efisiensi Energi : Bangunan ini dirancang dengan sistem pencahayaan dan penghawaan yang efisien, termasuk penggunaan pencahayaan LED yang hemat energi.
- **Pemanfaatan Air**
 - Sistem Daur Ulang Air : Teknologi hidroponik menggunakan air secara efisien dengan mendaur ulang air yang tidak diserap oleh tanaman. Penggunaan air lebih hemat dibandingkan dengan pertanian konvensional.
 - Penggunaan Air Terukur: Sistem irigasi otomatis memastikan air diberikan secara

efisien, mengurangi pemborosan air dan tanaman dapat menerima jumlah air yang tepat untuk pertumbuhan optimal.

Dengan mengintegrasikan teknologi canggih dan praktik berkelanjutan dalam desain dan operasionalnya, *Vertical Harvest Farms USA* menunjukkan bagaimana sebuah bangunan dapat mencapai keberlanjutan tinggi dalam produksi pangan urban, yakni sebagai model inovatif untuk pertanian perkotaan dan pembangunan berkelanjutan, menawarkan solusi praktis untuk tantangan lingkungan dan ekonomi di masa depan

Berdasarkan uraian latar belakang dan studi literatur di atas, maka tujuan dari penelitian ini antara lain :

- (1) Mengidentifikasi objek bangunan dan potensi terhadap lingkungan sekitar
- (2) Mengidentifikasi material bangunan di iklim dan cuaca ekstrem di Jackson, Wyoming USA
- (3) Menganalisis keterkaitan prinsip permakultur dengan elemen arsitektural berupa penataan ruang, tipologi massa dan material bangunan
- (4) Menganalisis objek bangunan *Vertical Harvest Farms USA* terhadap prinsip permakultur desain
- (5) Menganalisis kesesuaian objek bangunan terhadap prinsip-prinsip permakultur desain yang dipilih

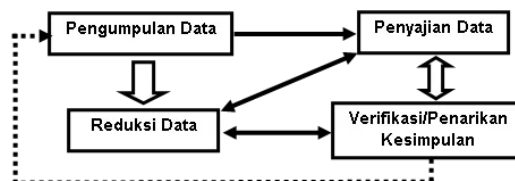
Dari tujuan diatas yang telah diuraikan, penelitian ini berguna untuk melihat sejauh mana lima prinsip permakultur desain diterapkan melalui elemen arsitektural pada bangunan *Vertical Harvest Farms, USA* serta dapat sebagai acuan merancang bangunan pertanian perkotaan dengan prinsip permakultur desain.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif yang menjelaskan dan menggambarkan objek penelitian, selanjutnya dianalisis dengan teori-teori yang relevan dengan objek penelitian. Metode dekskriptif kualitatif sebagai metode penelitian yang berdasarkan interpretasi dan konstruktif dengan menemukan berbagai data pada obyek alamiah yang disusun dalam suatu deskripsi bermakna dan mudah dipahami (Sugiyono, 2020:16). Menurut Creswell (2017), interpretasi data hasil penelitian berasal dari eksplorasi penulis melalui pendekatan studi kasus (*case study*) yang dianalisis secara mendalam terhadap program, kejadian serta proses.

Pengumpulan data didapat melalui data sekunder berupa observasi dan studi literatur dari berbagai sumber referensi, seperti buku, jurnal, artikel dan sumber terpercaya lainnya yang relevan dengan topik dan objek bangunan yang diteliti. Kemudian, analisis data dilakukan dengan model analisis interaktif oleh Miles dan Huberman (2014), bergerak dari pengumpulan data yang dibagi tiga tahap, yaitu

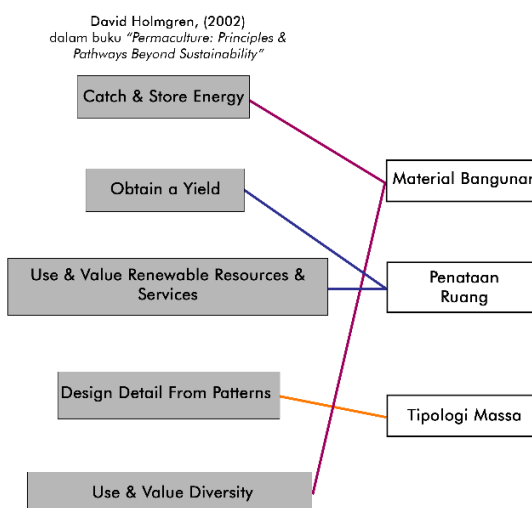
reduksi data sebagai proses memfokuskan, mengarahkan dan menggolongkan data hasil observasi hingga ringkas; penyajian data sebagai penyajian data yang diuraikan secara naratif didukung gambar, tabel dan grafik; penarikan kesimpulan sebagai keseluruhan data yang berasal dari proses reduksi dan data display lalu diberi kesimpulan akhir (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Tahap Analisis Data Model Interaktif|
(Sumber: Miles, Huberman dan Saldana, 2014:14)

Reduksi Data

Dilakukan untuk memfokuskan, mengarahkan dan menggolongkan variabel yang akan dianalisis, yaitu prinsip permakultur desain melalui elemen arsitektural pada objek studi kasus bangunan *Vertical Harvest Farms, USA*.



Gambar 4. Reduksi Data Prinsip Permakultur & Elemen Arsitektural
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Penyajian Data

Data observasi dan studi literatur berupa prinsip permakultur dan elemen arsitektural pada objek studi kasus bangunan *Vertical Harvest Farms USA* disajikan dalam uraian deksripsi dan teori interpretasi penulis serta didukung dengan tabel kesesuaian prinsip dan elemen telah ditentukan.

Penarikan Kesimpulan

Penulis memberikan kesimpulan akhir dari hasil reduksi dan penyajian data pada analisis prinsip permakultur desain melalui elemen arsitektural dengan ringkas dan seksama sehingga mudah dipahami oleh pembaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan dan Potensi Lingkungan Sekitar

Vertical Harvest Farms merupakan bangunan pertanian perkotaan yang terletak di kota Jackson, Wyoming USA. Proyek dibangun pada 2014 dan dibuka tahun 2016 serta dirancang oleh E/Ye Design-Ellinger/Yehia Architects dengan saran dari Larssen Ltd., sebuah perusahaan teknik yang berspesialisasi dalam pembangunan rumah kaca di iklim ekstrem. Disebut iklim ekstrem karena Jackson, Wyoming adalah kota utama di lembah Jackson Hole yang berada di iklim subarktik atau iklim dingin benua dengan musim dingin salju terpanjang serta musim panas yang pendek. Berdasarkan data tahun 1991-2021 melalui website *climate-data.org*, cuaca di Jackson, Wyoming diketahui bahwa rata-rata suhu musim dingin pada bulan Januari - April dan bulan Oktober-Desember berkisar -17°C ($1,4^{\circ}\text{F}$). Sedangkan rata-rata suhu musim panas berkisar 14°C ($57,2^{\circ}\text{F}$) hingga 26°C ($78,8^{\circ}\text{F}$).

Dalam pengembangan potensi lingkungan sekitar, kota tersebut memiliki kegiatan di bidang wisata, ekonomi dan komunitas. Bidang wisata, Jackson memiliki potensi wisata pemandangan alam yang populer terletak pada Taman Nasional Grand Teton dan Taman Nasional Yellowstone. Dalam bidang ekonomi, Jackson didukung oleh rekreasi luar ruang seperti ski, hiking dan aktivitas alam lainnya. Sedangkan bidang komunitas dikenal dengan komunitas yang ramah dan fokus pada keberlanjutan serta pelestarian lingkungan, salah satunya komunitas *Vertical Harvest*. *Vertical Harvest* merupakan sebuah pertanian vertikal yang menyediakan produk segar sepanjang tahun, memberikan peluang kerja bagi individu penyandang disabilitas.



Gambar 5. Program Komunitas “Slow Food in the Tetons”

(Sumber: <https://tetonslowfood.org/>, diakses pada 10 Mei 2024)

Komunitas pertanian lainnya, yaitu *Slow Food in the Tetons* dan *Teton County 4-H*. *Slow Food in the Tetons* merupakan organisasi yang mempromosikan makanan lokal dan praktik pertanian berkelanjutan dengan tujuan meningkatkan jumlah pangan yang baik, bersih dan adil. Program yang diselenggarakan

berupa kegiatan pertanian, seperti pasar petani (*The People's Market*), kelas memasak dan program pendidikan (lihat Gambar 5).

Sedangkan *Teton County 4-H* merupakan program pendidikan yang berfokus pada pengembangan anak-anak hingga remaja melalui proyek pertanian, peternakan dan keterampilan hidup lainnya.

Material Bangunan di Iklim dan Cuaca Ekstrem di Jackson, Wyoming USA

Kondisi iklim dan cuaca menjadi salah satu faktor untuk pemilihan bahan material bangunan. Khususnya di Jackson, Wyoming USA material yang digunakan dalam konstruksi bangunan harus tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem, seperti suhu rendah dan hujan salju lebat di musim dingin. Berikut ini adalah beberapa material spesifik yang digunakan di Jackson, Wyoming dan alasan penggunaannya :

- Kayu

Jenis Kayu : Cedar, Douglas fir, Pinus Ponderosa

Kegunaan : Jenis kayu komersial tersebut sering digunakan dalam konstruksi bangunan karena memiliki sifat isolasi termal yang baik penampilan estetika dan mudah didapat di hutan sekitar kawasan.

- Logam

Jenis Logam : Baja, Aluminium

Kegunaan : Digunakan sebagai struktur bangunan, atap dan elemen dekoratif.

Menurut *American Institute of Steel Construction* (AISC), baja struktural termasuk bahan konstruksi ramah lingkungan karena 93% dapat didaur ulang. Begitu juga dengan aluminium, *Recycled Materials Association* (ReMA) menyatakan bahwa aluminium adalah logam nonferrous yang paling banyak digunakan di Amerika Serikat. Aluminium dapat menghemat sumber daya alam, mengurangi biaya energi dan komoditas bernilai tinggi.

- Kaca

Jenis Kaca : Low-E Glass, Double Glazing

Kegunaan : Digunakan pada jendela dan fasad bangunan untuk memaksimalkan isolasi termal dan pencahayaan alami.

Low-E glass dapat memantulkan panas kembali ke dalam ruangan saat musim dingin dan ke luar ruangan saat musim panas. Sedangkan *double glazing*, membantu untuk mengurangi kehilangan panas dan meningkatkan efisiensi energi.

- Asphalt dan Beton

Kegunaan : Utamanya digunakan untuk perkerasan seperti jalan, trotoar dan infrastruktur umum lainnya.

Material-material yang tertera di atas dipilih untuk mendukung keberlanjutan, efisiensi energi dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan di Jackson, Wyoming USA. Pemilihan material yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan dan infrastruktur dapat bertahan dan berfungsi dengan baik di daerah dengan kondisi iklim dan cuaca yang ekstrem.

Keterkaitan Prinsip Permakultur Desain dan Elemen Arsitektural

Tabel 1. Penerapan Prinsip Permakultur Desain Melalui Elemen Arsitektural

No	Prinsip Permakultur Desain	Penerapan
1	Tangkap & Simpan Energi (<i>Catch and Store Energy</i>)	Tampilan bangunan berupa penggunaan material yang memikirkan efisiensi bahan, daya dan kekuatan serta dapat menangkap dan menyimpan energi dari lingkungan
2	Dapatkan Hasil (<i>Obtain A Yield</i>)	Kebutuhan fasilitas seperti penataan ruang yang dapat menghasilkan sesuatu manfaat dan berkelanjutan, seperti ruang tanam, <i>retail shop, lab</i> dan lain sebagainya.
3	Gunakan dan Hargai Sumber Daya Alam dan Layanan Terbarukan (<i>Use and Value Renewable Resources and Services</i>)	Sumber daya yang harus diproses, dikelola dan dirawat yaitu dengan penanaman dan pertumbuhan tanaman sebagai sumber daya yang bertujuan mempengaruhi bentuk dan tata letak massa. Sehingga memerlukan penataan ruang yang ideal.
4	Desain dari Pola hingga Detail (<i>Design from Patterns to Detail</i>)	Pola desain dan zona yang mendukung pertanian permakultur sehingga diterapkan pada tipologi massa sebagai penentuan awal proses desain.
5	Gunakan dan Hargai Keanekaragaman (<i>Use and Value Diversity</i>)	Penggabungan setiap unsur sesuai penggunaan agar mencapai keselarasan dalam tapak, melalui material <i>softscape</i> dan <i>hardscape</i> pada lanskap.

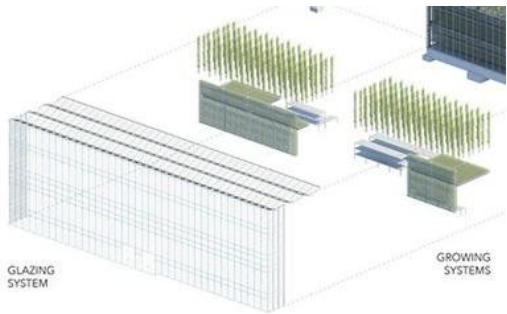
(Sumber: Olahan dan Interpretasi Penulis dalam Buku *“Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability”*, 2002)

Konsep prinsip permakultur sebagai pengembangan arsitektur berkelanjutan yang menerapkan prinsip hubungan manusia dengan alamnya. Begitu juga dengan hubungan keduanya, bahwa prinsip permakultur dapat diintegrasikan ke suatu perancangan bangunan yang berkelanjutan

dengan memperhatikan elemen arsitekturnya pula. Elemen arsitektur sebagai pembentuk karakter bangunan salah satunya tipologi dari suatu bangunan (Yetti, 2020). Elemen arsitektural yang diaplikasikan pada prinsip permakultur desain terkait penataan ruang, tipologi massa dan material bangunan.

Analisis Objek Bangunan *Vertical Harvest Farms Jackson, Wyoming USA* Terhadap Prinsip Permakultur Desain

- Tangkap dan Simpan Energi & Gunakan dan Hargai Keanekaragaman – Material Bangunan



Gambar 6. Axonometri Bangunan
(Sumber: www.designboom.com , diakses pada 10 Mei 2024)



Gambar 7. Ilustrasi Material Kaca dengan *Glazing System* sebagai Pencahayaan Alami Bangunan
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Vertical Harvest Farms, USA menerapkan prinsip ini terlihat dari penggunaan material yang dapat menangkap dan menyimpan energi pencahayaan serta penghawaan baik alami maupun buatan berupa metode rumah kaca. Artinya, tampilan bangunan utamanya menggunakan material kaca berjenis stopray sebagai dinding (*glass curtain wall*) bangunan. Penggunaan material kaca berbasis dengan iklim daerah setempat yang ekstrem dan tidak cocok untuk bertani. Kaca stopray adalah jenis kaca berlapis pelindung rendah *emissivitas* (Low-E) yang mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan. Dengan reflektivitas sekitar 30-40%, kaca ini mampu memantulkan panas matahari, membantu pengendalian suhu dan perlindungan terhadap radiasi

matahari serta menciptakan ruang yang optimal untuk pertanian vertikal. Stopray digunakan sebagai *double glazing system* atau sistem pelapis kaca yang berfungsi untuk insulasi termal dan pengaruh iklim ekstrem. Selain itu, dapat memberikan perlindungan serta pengurangan radiasi panas ketika musim panas tiba dan memberikan pencahayaan alami yang maksimal.

Sedangkan pencahayaan buatan *Vertical Harvest Farms, USA* dibantu dengan pencahayaan dengan *wiring control*. *Wiring control* yang digunakan *Vertical Harvest Farms* di Jackson, Wyoming, tidak tersedia secara publik atau diinformasikan. Namun, dalam konteks pertanian vertikal modern seperti *Vertical Harvest Farms USA*, sistem kontrol kabel yang kompleks dan canggih umumnya digunakan untuk mengelola berbagai aspek lingkungan tumbuh. Kemudian, pencahayaan buatan menggunakan lampu jenis *Grow Light LED full spectrum* bertujuan untuk meniru spektrum cahaya matahari, yang penting untuk fotosintesis dan pertumbuhan tanaman yang sehat dengan UV berwarna ungu. Pemanfaatan sistem penerangan buatan tersebut bertujuan untuk mencapai efisiensi penggunaan energi listrik.



Gambar 8. Jenis Lampu *Grow Light LED Full Spectrum*
(Sumber: www.verticalharvestfarms.com, diakses pada 19 Desember 2023)

Perlengkapan lampu seperti LED dapat menghasilkan lebih banyak cahaya dengan daya lebih kecil sehingga *Vertical Harvest Farms, USA* dapat mengurangi biaya listrik untuk mengoperasikan penerangan yang digunakan di rumah kaca baik ruangan maupun area tanaman hidroponik.



Gambar 9. Sistem Penghawaan Bangunan
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Dikarenakan sebagian besar bangunan tertutup material kaca, memberikan pengaruh pada sistem penghawaan. *Vertical Harvest Farms, USA* menggunakan sistem penghawaan buatan dibantu dengan sistem pendingin *greenhouse (greenhouse cooling)*, berupa ventilasi *exhaust fan* dan *circulation fan*. Sistem menyesuaikan pemanasan sebagai tanggapan iklim yang terkumpul melalui jaringan

sensor yang tersebar di rumah kaca. Jika terjadi kenaikan suhu, maka ventilasi dibuka pada kecepatan yang ditentukan.

Vertical Harvest Farms, USA tidak memiliki area lansekap dikarenakan lokasi bangunan yang berada di iklim ekstrem dan dilanda salju dengan rentang waktu yang cukup lama sehingga teknik pertanian di luar ruangan tidak memungkinkan. Namun, tetap menciptakan komponen keanekaragaman dalam ruangan.



Gambar 10. Konsep *Indoor Vertical Farming*
(Sumber: www.verticalharvestfarms.com diakses pada 19 Desember 2023)

- **Dapatkan Hasil & Gunakan dan Hargai Sumber Daya Alam dan Layanan Terbaru – Penataan Ruang**

Kedua prinsip diterapkan pada penataan ruang sesuai kebutuhan lingkungan tumbuh tanaman dan kebutuhan pangan. Adanya penataan ruang tersebut menghasilkan panen berupa tanaman yang dapat diproduksi dan dikonsumsi.



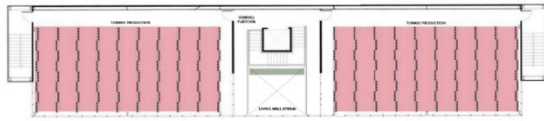
Gambar 11. Denah Lantai 1 *Vertical Harvest Farms, USA*
(Sumber: www.inhabitat.com diakses pada 19 Desember 2023)

Lantai satu berfungsi sebagai area berkumpul komunitas dan pengunjung yang terdiri dari area *lobby/living wall atrium*, ruang tanaman khusus & ruang kelas hidup, kantor, Retail store, Ruang penyimpanan, ruang mekanikal, area persiapan training, *restroom/WC*, area pengiriman dan penerimaan (*loading dock*).



Gambar 12. Denah Lantai 2 *Vertical Harvest Farms, USA*
(Sumber: www.inhabitat.com diakses pada 19 Desember 2023)

Lantai dua berfungsi sebagai proses pertanian yang terdiri dari area pengamatan/*viewing platform*, ruang perkecambahan, ruang pertumbuhan, ruang hidroponik selada dan tanaman herbal.



Gambar 13. Denah Lantai 3 *Vertical Harvest Farms, USA*
(Sumber: www.inhabitat.com diakses pada 19 Desember 2023)

Lantai tiga berfungsi sebagai fasilitas edukasi bagi pengunjung untuk mempelajari proses pertanian vertikal, yang terdiri dari area pengamatan/*viewing platform*, *living wall atrium* dan ruang hidroponik tomat.

Ruangan tersebut dirancang sesuai kebutuhan tanaman pangan yang dibutuhkan oleh masyarakat kota Jackson, seperti selada, tomat dan tanaman herbal lainnya. Dalam mendapatkan hasil, kebun vertikal mencapai target hasil dengan memaksimalkan luas ruang dan jumlah tingkat vertikal. Menurut situs verticalharvestfarms.com, sistem tersebut menggunakan 50% lebih hemat energi.

Penataan ruang mempertimbangkan kapasitas ruang tumbuh, jenis tanaman yang ditanam, fase pertumbuhan serta ketinggian penempatan sistem pencahayaan. Ruang yang dirancang juga dimanfaatkan untuk menguji banyak faktor guna meningkatkan hasil, termasuk teknik penanaman dan pemanenan khusus pada tanaman seperti pencahayaan optimal, kerapatan rak, kontrol iklim dan

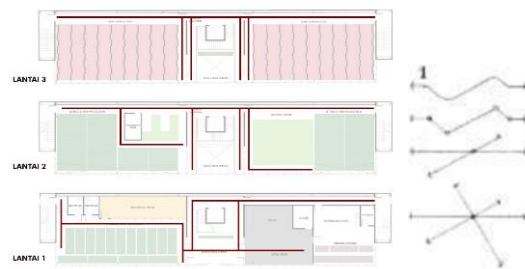


Gambar 14. Sistem Pertanian *Rotating Wall*
(Sumber: www.verticalharvestfarms.com diakses pada 19 Desember 2023)

Prinsip Gunakan dan Hargai Sumber Daya dan Layanan Terbaru diterapkan pada penataan ruang melalui konsep *indoor vertical farming*. Menyediakan

ruang tumbuh tanaman secara vertikal dengan sistem perputaran (*rotating wall*). Sistem tersebut untuk menjaga sirkulasi cahaya matahari, udara dan air. Perputaran bersamaan dengan air dibantu oleh gaya gravitasi sehingga membutuhkan konsumsi listrik yang sedikit. Selain itu, ruang untuk teknik pertanian vertikal hidroponik dengan sistem *rotating wall* sebagai inovasi pertanian yang berkelanjutan.

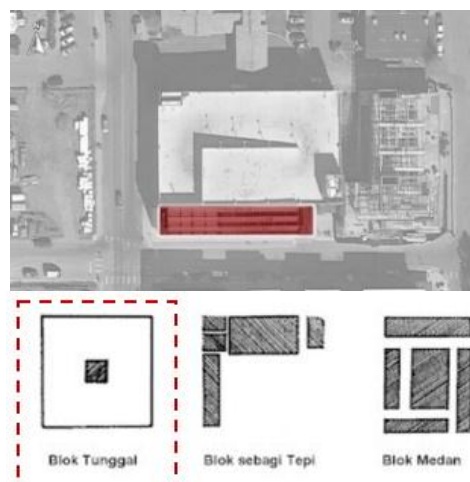
Penataan ruang bangunan *Vertical Harvest Farms* menggunakan tata ruang linear artinya deretan ruang berupa jalan lurus, bercabang dan berpotongan yang saling menjalin interaksi. Pada lantai 1,2,3 ini terlihat pola linear pada jalur sirkulasinya yang berasal dari deretan ruang tersebut. Seperti analisis pada gambar berikut :



Gambar 15. Tata Letak Linear *Vertical Harvest Farms, USA*
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

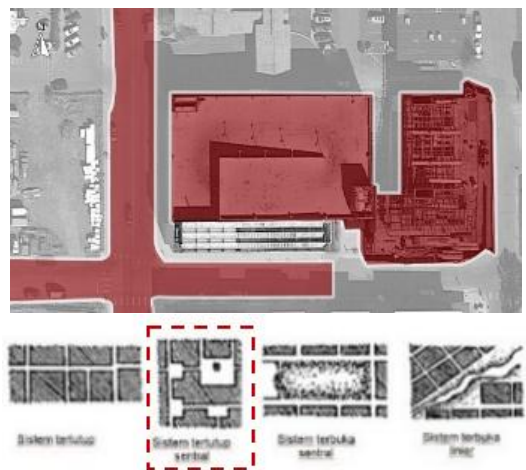
- **Desain dari Pola Hingga Detail– Tipologi Massa**

Vertical Harvest Farms, USA termasuk bangunan *single building* karena hanya memiliki 1 massa saja dan tidak menggunakan pola alam. Penerapan yang dicapai untuk merancang detail desain dari pola menggunakan tipologi massa bangunan berdasarkan teori *figure ground* (Markus Zahn, 1999) berupa tipologi *solid* (massa) dan *void* (ruang) serta penerapan zona permakultur desain yang terbentuk. Konsep tipologi *solid* (massa) berupa blok tunggal, komposisi yang terdapat hanya pada satu massa bangunan dalam sebuah blok yang dibatasi jalan atau elemen alam.

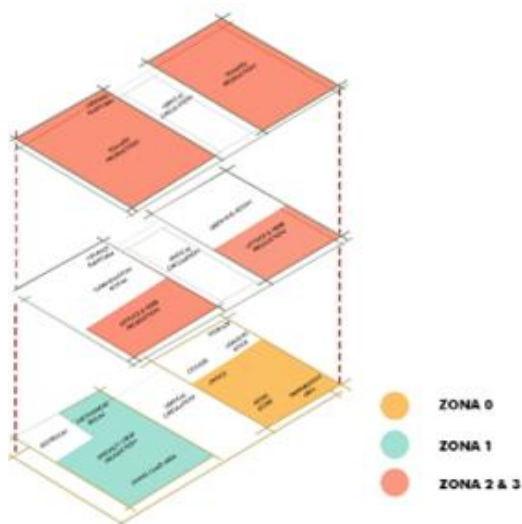


Gambar 16. Tipologi *Solid Vertical Harvest Farms, USA*
(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Sedangkan tipologi *void* (ruang) diterapkan dengan sistem tertutup sentral karena ruang dibatasi oleh massa bangunan tunggal yang memanjang dengan bentuk tertutup. Walaupun tidak memiliki *void* antar massa karena bersifat *single building*, letak bangunan berada di persimpangan jalan kota sehingga memiliki *void* berupa ruang perkotaan.



Gambar 17. Tipologi Void Vertical Harvest Farms, USA (Sumber: Analisis Penulis, 2023)



Gambar 18. Diagram Zona Permakultur Desain pada Bangunan Vertical Harvest Farms, USA (Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Pembagian zona permakultur desain yang paling berlaku pada bangunan *Vertical Harvest Farms, USA*, diantaranya :

- Zona 0 merupakan area *office*, *retail shop* dan area *preparation*. Khususnya pada area *office* sebagai ruang kecil bagi para staff melakukan rapat mingguan kecil dan istirahat.
- Zona 1 merupakan ruang tanaman khusus ruang kelas hidup dan ruang mekanikal elektrik, sebagai area yang membutuhkan pengamatan intensif dan memberikan pelatihan pada pengunjung untuk kegiatan pertanian hidroponik.

- Zona 2 & 3 merupakan ruang hidroponik selada dan tanaman herbal, *living wall atrium* atau ruang hidroponik berputar serta ruang hidroponik tomat sebagai kebun rumah (*orchard*) tanaman komersial yang dikelola semi-intensif.

Kesesuaian Objek Bangunan Terhadap Prinsip Permakultur Melalui Elemen Arsitektural

Vertical Harvest Farms, USA merupakan bangunan pertanian berbasis *green house* yang ada diperkotaan dengan didukung adanya elemen arsitektural untuk menciptakan bangunan yang dapat meminimalisir dampak buruk bagi lingkungan sekitar. Prinsip permakultur desain dipilih untuk menganalisis kesesuaian objek bangunan melalui elemen arsitektural agar tercapainya pertanian berkelanjutan. Adapun hasil kesesuaiannya terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Kesesuaian Prinsip Permakultur Melalui Elemen Arsitektural pada Vertical Harvest Farms, USA

Prinsip Permakultur Desain	Elemen Arsitektural	Penilaian		
		Sesuai	Kurang	Tidak
Catch and Store Energy	Material	√		
Use and Value Diversity	Material	√		
Obtain a Yield	Penataan Ruang	√		
Use and Value Renewable Resources and Services	Penataan Ruang	√		
Design From Patterns to Detail	Tipologi Massa		√	

(Sumber: Analisis Penulis, 2023)

Penelitian Terdahulu yang Relevan

Prinsip Permakultur Desain yang diterapkan pada tiap rancangan bangunan berbeda-beda karena menyesuaikan dengan pertimbangan dan parameter desain yang ingin dicapai. Sebelumnya, belum terdapat penelitian yang meneliti penerapan prinsip Permakultur Desain terhadap sebuah studi kasus bangunan pertanian, melainkan hanya terdapat penelitian pada sebuah objek rancangan berupa lansekap terbangun dan objek prarancangan atau belum terbangun. Berikut ini adalah hasil penelitian terdahulu yang relevan terkait prinsip Permakultur Desain :

- Penerapan Prinsip Permakultur Pada Rancangan Lansekap Guna Menciptakan Arsitektur yang Ramah Terhadap Air (Studi Kasus : Kebun Kumara dan Sendalu Permaculture)

Hasil penelitian ini adalah sebagai acuan untuk menerapkan lansekap yang ramah air. Permakultur mewujudkan rancangan berkelanjutan dan ramah air, sehingga cocok diterapkan dalam perumahan secara kolektif guna meningkatkan daerah resapan dan mengurangi jejak karbon. Berdasarkan Holmgren (2011), terdapat 5 (lima) prinsip yang berhubungan erat dengan ekosistem biotik maupun abiotik terhadap kemampuan tanah menyerap air, yaitu : (1) Observasi dan Interaksi, (2) Menangkap dan Menyimpan Energi, (3) Mendapatkan Hasil, (5) Menggunakan dan Menghargai Sumber Energi Terbarukan, (8) Meintegrasikan bukan Memisahkan.

- Pusat Pertanian Organik di Gianyar Bali. Penerapan Konsep Permakultur pada Fungsi Bangunan Pertanian

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan konsep permakultur sangat penting dalam membantu merancang suatu lahan pertanian yang berkelanjutan dan peduli lingkungan. Penerapan konsep permakultur pada objek rancangan menekankan pada zonasi yang merupakan kunci utama dalam konsep permakultur.

Agar fasilitas yang dirancang dapat saling terhubung dengan baik dalam segi penataan tapak maupun bangunan, maka diterapkan 5 (lima) zonasi permakultur berdasarkan teori Bill Mollison (1988) sebagai proses perancangan Pusat Pertanian Organik di Gianyar, yaitu :

- Zona 0 : Area bangunan dengan desain ramah lingkungan
- Zona 1 : Area utama kegiatan pertanian
- Zona 2 : Area yang terkait dengan Zona 1
- Zona 3 : Area pertanian atau perkebunan komersial dan hewan
- Zona 4 : Area perbatasan tapak dengan daerah sekitarnya.

Dari hasil pembahasan di atas, diketahui bahwa penerapan prinsip permakultur dalam perancangan lahan pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, seperti yang terlihat pada kedua judul penelitian A dan B, menunjukkan adanya 3 (tiga) prinsip permakultur yang sama yaitu (1) *Catch and Store Energy*; (2) *Obtain A Yield*; (3) *Use and Value Renewable Resources and Services*, serta zonasi permakultur juga diterapkan pada studi kasus *Vertical Harvest Farms USA*. Oleh karena itu, studi kasus tersebut mencakup rancangan prinsip permakultur dan berhasil menciptakan bangunan pertanian yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa bangunan *Vertical Harvest Farms, USA* mampu menerapkan prinsip permakultur desain melalui

elemen arsitektural dengan baik. Penerapan tersebut dapat dikatakan optimal jika memenuhi kriteria, diantaranya 1). Penataan ruang sesuai kebutuhan dan konsep pertanian yang ingin dicapai; 2). Tipologi massa bangunan didasarkan dengan pola serta zona permakultur desain; 3). Material bangunan dalam lingkup permakultur, yakni memikirkan penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan terkait efisiensi bahan, daya dan kekuatan bahan agar bangunan memiliki *life time* yang panjang serta berkelanjutan. Oleh karena itu, perlu disesuaikan dengan iklim dan cuaca setempat yang berpengaruh pada konsep pertanian pula. Namun, prinsip permakultur desain melalui elemen arsitektural pada faktor kesesuaian prinsip Desain dari Pola hingga Detail terhadap tipologi massa masih kurang sesuai, terletak pada penggunaan zonasi permakultur yang diaplikasikan. Pada tipologi massa hanya menerapkan zona 0 – zona 3 serta tidak ditemukan pola alam sebagai detail desain. Hal tersebut dikarenakan tipologi massa tersebut sebagai respon lokal, yakni terhadap kondisi iklim dan cuaca daerah setempat yang tidak mendukung adanya area ruang luar atau lansekap sebagai zona permakultur.

Penerapan yang paling memenuhi kriteria dan sesuai pada prinsip Tangkap dan Simpan Energi, Dapatkan Hasil, Gunakan dan Hargai Sumber Daya Alam dan Layanan Terbarukan serta Gunakan dan Hargai Keanekaragaman, yaitu penggunaan material berbasis *green house* disesuaikan dengan iklim dan cuaca ekstrem, efisiensi penggunaan energi sehingga bangunan dapat menyimpan energi berkelanjutan dan penataan ruang yang optimal dengan *konsep indoor vertical farming* yang dapat menghasilkan panen yang dapat diproduksi dan dikonsumsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurlaelih, E. E., & Damaiyanti, D. R. R. (2019). *Urban farming untuk ketahanan pangan*. Universitas Brawijaya Press.
- Hamzens, W.P.S., & Moestopo, M.W. (2018). Pengembangan Potensi Pertanian Perkotaan di Kawasan Sungai Palu. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(1), 75-83.
- Olih, S.K., & I Nyoman, A.T. (2021). Desain Interior Pusat Edukasi Urban Farming dan Pola Makan Sehat Masyarakat Perkotaan di Denpasar Bali.
- Mintarga, P., & Kusumaningdyah, N. H. (2014). Satu Proses Merajut Asa Dari Yang Sisa-Belajar dari Alam Dan Ibu Bumi. *Jurnal Sustainable Culture Architecture*.
- Creswell, J.W. and Creswell, J.D., (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publication.
- Miles, M.B, Huberman, A.M, & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis, A Methods Sourcebook*,

- Edition 3. USA: Sage Publications. Terjemahan Tjetjep Rohindi Rohidi, UI-Press.
- Holmgren, D. (2002). *Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability*. Holmgren Design Services.
- Holmgren, D. (2017). *Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability (Revised Edition)*. Holmgren Design Services.
- Mollison, Bill. (1988). *Permaculture: A Designer's Manual Second Edition*. Tagari: Australia.
- Sugiyono, (2020). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods). Bandung: Alfabeta.
- Bareja, Ben G. (2022). "Intensify Urban Farming, Grow Crops in the City", <http://www.cropsreview.com/urban-farming/>. [Diakses pada 19 Desember 2023].
- Yetti, A. E. & T. A. F. & I. P. (2020). 'Pengaruh Perubahan Fungsi Terhadap Tipologi Arsitektur Fasad Bangunan di Kampung Wisata Prawirotaman', *arsitektura*, 18(1 April 2020), pp. 53–62.
- Zahn, Markus. (1999). Perancangan Kota Secara Terpadu : Teori Perancangan Kota dan Penerapannya, Yogyakarta, Kanisius