

PERPUSTAKAAN FTSP

HADIAH/BELI

NO. TERIMA : 21/07/2006

NO. JUDUL : 002065

NO. INV. : F120002065001

**TUGAS AKHIR PENELITIAN**

**INTEGRASI APLIKASI TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN  
DALAM BANGUNAN GEDUNG**

*Pada Studi Kasus Bangunan Pendidikan Dasar di Yogyakarta*

P.  
211554

Pra.

1

4.

vi, 81, Bibl, Lamp, 28

- penelitian - arsitek.
- fasilitas pertanian
- integrasi bangunan
- judul.



Disusun Oleh :

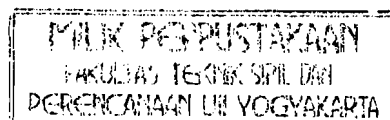
**Yuanto Pratomo**

**No. Mhs : 00 512 171**

Dosen pembimbing :

**Ir. Ilya Fajar Maharika, MA**

**JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2006**





**TUGAS AKHIR PENELITIAN**

**INTEGRASI APLIKASI TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN  
DALAM BANGUNAN GEDUNG**

*Pada Studi Kasus Bangunan Pendidikan Dasar di Yogyakarta*



Disusun Oleh :  
**Yuanto Pratomo**  
**No. Mhs : 00 512 171**

Dosen pembimbing :  
**Ir. Ilya Fadjar Maharika, MA**

**JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2006**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR PENELITIAN  
INTEGRASI APLIKASI TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN  
DALAM BANGUNAN GEDUNG

*Pada Studi Kasus Bangunan Pendidikan Dasar di Yogyakarta*

Disusun oleh :

**Yuanto Pratomo**

No. Mahasiswa 00 512 171

Jogyakarta, Januari 2006

Mengetahui  
Ocean Pembimbing

  
( Ir. Ilya Fajar Maharika, MA )

  
Mengetahui

Ketua Jurusan Arsitektur FTSP  
Universitas Islam Indonesia

  
( Ir. Revianto Budi Santoso, M.Arch )

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Thanks to:

***My Greatest Father and Mom***

Who giving me all the spirit, prayer and blessing in my entire journey.

**Hendy & Novan**

Grow up and make me proud!!

***Eyang Kakung Soeyono***

My Dutch Lecturer, thanks Grand Pa...

**My beloved sisters**

Ayu, Kingkin, Mayang, Ika, "dr" Mirezty (thanks to accompany me in every night), love u all sis... **And my entire family...**

**Aspire 3000, Taft HDMC, XS-400 (my real partner), and all my bike 4 the inspiration, Especially 4 all the bikers to give "The Racing Spirit".**

***Rencang-rencang sedoyo;***

**Joko** (huufh, finally... *hehe*. Thanks to be my real friend, from the beginning 'till our last college) **Bayu** (4 all the "weird things")

**Om Adji "basir"** (diet bro!!), **Sigit "Gombong"**, **Totok "Pedro Pratap Singh"** & **Nie-Me**, **Widi "Gembelz Speed"**, **Tomy, fauzy, Ade,**

**Yudhee, Windy, Phiet, Dheena...** [*thank's a lot, and success 4 all!*]

***BT-86 and the Kertopaten Village***

***"Sedulur Papat" the fantastic 4 and our fans club, also Double-Q crew***

**Gus M. Sholihin, CSE. MCST** (Calon SE, Mantan Calon ST, kuliahe yo le..),

**Edy "Bajuri" Sutomo, SH** (kecilin tuh perut!!), **Zulham "brekele"**

**Affandi** (the real wanderer), **Intan Adhityani, STP** (my sweetest little

sis..), **Ririn "madura" and the naughty Sakti, Dek Nana and Kiki-**

**nya** (jangan ngompolin om terus ya..), **Bam-bank, SH,** Thanks 4

sharing all the greatest moment and to be my supported crew

***Special Thanks to All the Girls I've loved before...***

***Arch 2000 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan***

***Tugas Akhir ini.***

**TERIMAKASIH\_MATURNUWUN**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala taufik dan hidayah-Nya serta shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, ulama dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Berkat rahmat Allah pula sehingga pada saat ini kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul INTEGRASI APLIKASI TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN DALAM BANGUNAN GEDUNG.

Tugas akhir ini merupakan prasyarat untuk memperoleh predikat kesarjanaan Strata 1 dari Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama pelaksanaan hingga tersusunnya laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan serta pengarahan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan yang baik ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Revianto Budi Santoso, M.Arch selaku Ketua Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Ilya Fadjat Maharika, MA selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini (makasih ya pak, dah sering ngerepotin...).
3. Ibu Ir. Sugini, MT selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan dan kritik.
4. Bapak Ir. Wiryono Raharjo, M.Arch selaku Dosen Penguji.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih kurang dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran sangat penyusun harapkan dan semoga laporan ini dapat berguna serta membawa manfaat bagi kita semua.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, Januari 2006

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
ABSTRAK.....	1
I. PENDAHULUAN.....	2
1. PROBLEM SETTING.....	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Sub Permasalahan.....	3
1.4 Kajian Sub Permasalahan.....	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Pengertian Judul.....	4
1.7 Batasan.....	5
1.8 Kegunaan.....	6
1.9 Hasil yang Diharapkan.....	6
KERANGKA POLA PIKIR.....	7
II. KAJIAN TEORI.....	8
2.1 PENERAPAN TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN.....	8
2.2 KONDISI IKLIM.....	23
2.3 BANGUNAN PENDIDIKAN DASAR.....	24
2.3.1 Tinjauan umum.....	24
2.3.2 Karakteristik bangunan pendidikan dasar.....	27
III. DATA.....	29
3.1 JENIS APLIKASI TEKNOLOGI MIKRO PERTANIAN.....	30
3.1.1. Aplikasi Rooftop Garden.....	30
3.1.2. Aplikasi Vertikultur.....	41

3.2 BANGUNAN PENDIDIKAN DASAR.....	48
3.2.1. Lokus 1: SD Tumbuh.....	48
3.2.2. Lokus 2: SD Negeri Kentungan.....	57
IV. ANALISA.....	61
V. PEMBAHASAN.....	78
5.1. Karakter Pendidikan Dasar.....	78
5.2. Spesifikasi TMP yang sesuai bagi bangunan pendidikan dasar.....	79
VI. KESIMPULAN DAN GUIDELINE PERANCANGAN.....	82
USULAN PERANCANGAN.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	101





## ABSTRAK

Ada sebuah fenomena yang terjadi dalam sistem ketersediaan pangan bagi masyarakat modern. Hal tersebut bukan bertempat di lahan pertanian yang luas di pedesaan, namun berada di sekitar kita, di lahan yang sempit, dan di kawasan perkotaan. Fenomena itu lebih dikenal dengan sebutan "quiet revolution"<sup>1</sup>, dimana masyarakat perkotaan dapat belajar tentang pertanian, menyediakan bahan makanan mereka sendiri, dan bahkan mengajari anak-anak tentang pentingnya interaksi terhadap alam. Revolusi tersebut dapat terjadi pada lingkungan sekitar kita, pada taman yang sempit di sekitar bangunan, di "ruang sisa" di dalam bangunan, di atas atap, atau di lahan yang tidak terpakai lainnya.

Berkaitan dengan hal tersebut, arsitektur memiliki peran yang berhubungan dengan bangunan dan pemanfaatan lahan sisa dalam lingkup kawasannya. Dalam konsep arsitektur, bangunan berfungsi sebagai ruang lingkup bagi aktivitas manusia. Demikian pula dengan taman yang merupakan pelengkap bagi suatu produk arsitektur. Tanaman yang berada di lingkup suatu bangunan merupakan salah satu konsep ekologis yang seharusnya selalu menjadi bagian darinya. Sedangkan pada skala kota, pengelolaan kawasan yang ideal harus memperhatikan tentang penghijauan. Termasuk di dalamnya lahan pertanian yang memiliki banyak peran dalam kehidupan.

Namun lahan pertanian dewasa ini semakin berkurang yang disebabkan oleh pertumbuhan bangunan, sehingga berdampak bagi berkurangnya lahan bercocok tanam dan juga menimbulkan dampak lingkungan. Hal-hal tersebut merupakan inti dari pola perencanaan yang berbasis pertanian di kawasan kota (*Urban Agriculture*<sup>2</sup>).

---

<sup>1</sup> Sumber: Ableman, Michael. "The Quiet Revolution; Urban Agriculture. Fatal Harvest, Institute for Deep Ecology, California.

<sup>2</sup> Sumber: Integration of urban into planning ([www.ruaf.org](http://www.ruaf.org))

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Dalam bidang pertanian telah ada berbagai penelitian maupun aplikasi lapangan, yang mengarah pada pencarian alternatif lahan yang semakin menyempit, sebagai solusi penyelesaian dampak pertumbuhan bangunan. Berbagai teknologi mikro pertanian telah banyak dikolaborasikan dengan dunia arsitektur, namun lebih banyak yang berada di luar negeri. Di Indonesia sendiri masih sangat sedikit penelitian ataupun penerapan tentang hal diatas. Maka penelitian ini adalah tentang cara pandang dari segi arsitektur yang bersentuhan dengan integrasi terhadap alam dan pertanian.

### **1. PROBLEM SETTING**

#### **1.1. Latar belakang**

Pembangunan gedung, bangunan dan kawasan yang semakin meningkat dewasa ini banyak yang membawa dampak negatif. Dari persebaran yang tidak teratur terutama di kawasan perkotaan sehingga mengakibatkan berkurangnya lahan pertanian, sampai dengan pengaruh terhadap iklim mikro suatu kawasan. Maka dari itu perlu adanya jalan keluar dari permasalahan tersebut. Diantaranya adalah dengan metode perancangan bangunan yang menyertakan alam sebagai bagian dari keseluruhan pengelolaan kawasan. Dalam hal ini lebih di khususkan pada penerapan praktek aplikasi Teknologi Mikro Pertanian (TMP), karena selain keuntungan alamiah, juga dapat menghasilkan tanaman pangan serta dapat dipakai sebagai media pendidikan. Kemudian dari segi pendidikan sendiri ada berbagai strategi dalam mengenalkan siswa dalam berinteraksi dengan lingkungan dan alam sekitar, diantaranya adalah dengan penerapan sistem Kurikulum Berbasis Kompetensi.

## **1.2. Permasalahan**

Bagaimana mencari aplikasi Teknologi Mikro Pertanian yang sesuai untuk dapat diintegrasikan ke dalam bangunan pendidikan dasar?

## **1.3. Sub Permasalahan**

Aspek yang nantinya akan dibahas lebih terfokus adalah:

- Jenis aplikasi Teknologi Mikro Pertanian (TMP) apakah yang sesuai untuk bangunan sekolah dasar di Yogyakarta?

## **1.4. Kajian Sub Permasalahan**

Untuk menjawab pertanyaan itu, maka dicoba membuat sebuah kajian yang lebih terfokus dan dalam lingkup yang dibatasi yaitu penerapan aplikasi teknologi mikro pertanian yang sesuai dengan daerah tropis terutama di Yogyakarta, pada studi kasus bangunan pendidikan dasar. Beberapa sub pertanyaannya adalah:

- Jenis aplikasi Teknologi Mikro Pertanian apa saja yang dapat diintegrasikan ke dalam bangunan sekolah dasar?
- Apa saja fungsi dan peran teknologi mikro pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran dalam pendidikan tingkat sekolah dasar?

## **1.5. Tujuan:**

- Mengidentifikasi Teknologi Mikro Pertanian yang dapat diaplikasikan ke bangunan SD dengan melihat beberapa faktor;
  - Spesifikasi bangunan
  - Ketersediaan lahan
  - Spesifikasi tanaman

- Merancang prototip integrasi yang diupayakan sebagai solusi penggabungan antara bidang arsitektur dan teknologi mikro pertanian pada penerapan dalam bangunan pendidikan dasar.

#### 1.6. Pengertian Judul:

- Teknologi Mikro Pertanian: adalah konsep dan aplikasi dalam bidang pertanian yang berorientasi pada segi pemanfaatan tata guna lahan, pengelolaan lahan dan tanaman, maupun penggunaan teknologi-teknologi terkini untuk mendapat hasil maksimal. Terutama pada aplikasi pertanian di kawasan kota (urban agriculture) serta berbagai dampak dari pemakaian teknologi terapan tersebut. Beberapa jenis teknologinya antara lain<sup>3</sup>:
  - a. Teknik Vertikultur, yaitu memakai media tanam vertikal.
  - b. Teknik aplikasi *Rooftop Garden*, yaitu pemanfaatan atap untuk pertanian.
  - c. Teknik "Barrel Garden", yaitu memakai media drum besi.
  - d. Teknik "Faith Garden", yaitu pemanfaatan limbah organik.
  - e. Hidroponik, yaitu sistem penanaman dengan media tanam bukan tanah yang dapat diterapkan di semua teknik diatas.

Serta masih banyak aplikasi teknologi mikro yang disesuaikan dengan lokus, jenis tanaman dan media tumbuhnya. Namun dalam penelitian ini akan dicoba untuk lebih terfokus pada teknik *Rooftop Garden* dan Vertikultur. Kedua aplikasi ini diambil karena sudah banyak contoh yang diterapkan terutama di Indonesia, dan juga karena sistemnya yang telah banyak diteliti dalam penerapan pada bidang arsitektur.

- Aplikasi ini akan disesuaikan dengan konteks Negara Indonesia, yaitu<sup>4</sup> perwujudan dari lokasi daerah tropis yang termasuk daerah prakiraan musim (DPM) dengan pola hujan rata-rata yang memiliki perbedaan

<sup>3</sup> Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

<sup>4</sup> Sumber: [www.bmg\\_indonesia.com](http://www.bmg_indonesia.com)

yang jelas antara kriteria musim kemarau dan musim hujan, sehingga dapat lebih mudah dalam mengklasifikasikan kriteria iklim masing-masing daerah. Hal tersebut diperlukan untuk mengetahui berbagai jenis tanaman, cara menanam, serta segala hal yang terkait dengan aplikasi pertanian di Indonesia. Kemudian akan dicoba menerapkan kajian kedua konsep diatas yang dibatasi pada representasi bangunan pendidikan di Yogyakarta.

- Bangunan pendidikan dasar sebagai lokus; hal tersebut sangat memungkinkan untuk dijadikan sarana integrasi kedua bidang diatas. Pendidikan tentang pentingnya alam, dan dimana setiap bangunan dengan aktivitasnya haruslah dapat mengakomodir timbal balik terhadap alam dan bukan merusaknya. Pelajaran tersebut dijelaskan dalam suatu sistem pendidikan yang interaktif, dengan melibatkan aktivitas dalam pola aplikasi pertanian. Sistem pendidikan berbasis kompetensi merupakan sistem yang diharapkan menunjang siswa untuk dapat melakukan aktivitas dan praktek lapangan yang berhubungan dengan alam.

### **1.7. Batasan**

Teknologi Mikro Pertanian sangat bervariasi dan telah terdapat berbagai penerapan yang sangat luas dalam dunia arsitektur. Namun banyak diantaranya yang harus dilihat dari berbagai konteks, yakni dari iklim yang menentukan jenis tanamannya, fungsi dan aplikasi lapangannya.

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal:

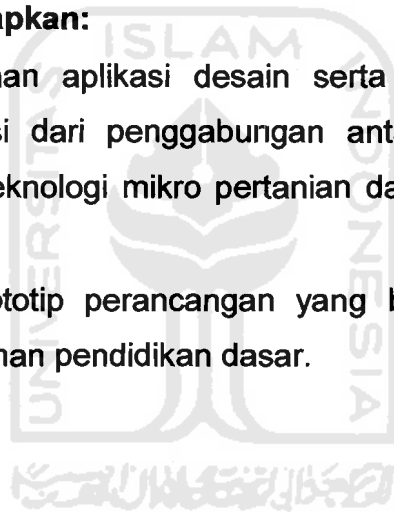
- Aplikasi Teknologi Mikro Pertanian yang dibahas adalah yang berkaitan dengan upaya memaksimalkan penggunaan lahan sempit dan orientasi hasil tanaman pangan pada kapasitas produksi skala mikro.
- Teknologi Mikro Pertanian yang dapat diaplikasikan untuk iklim tropis di Indonesia, khususnya di Yogyakarta.

## **1.8. Kegunaan**

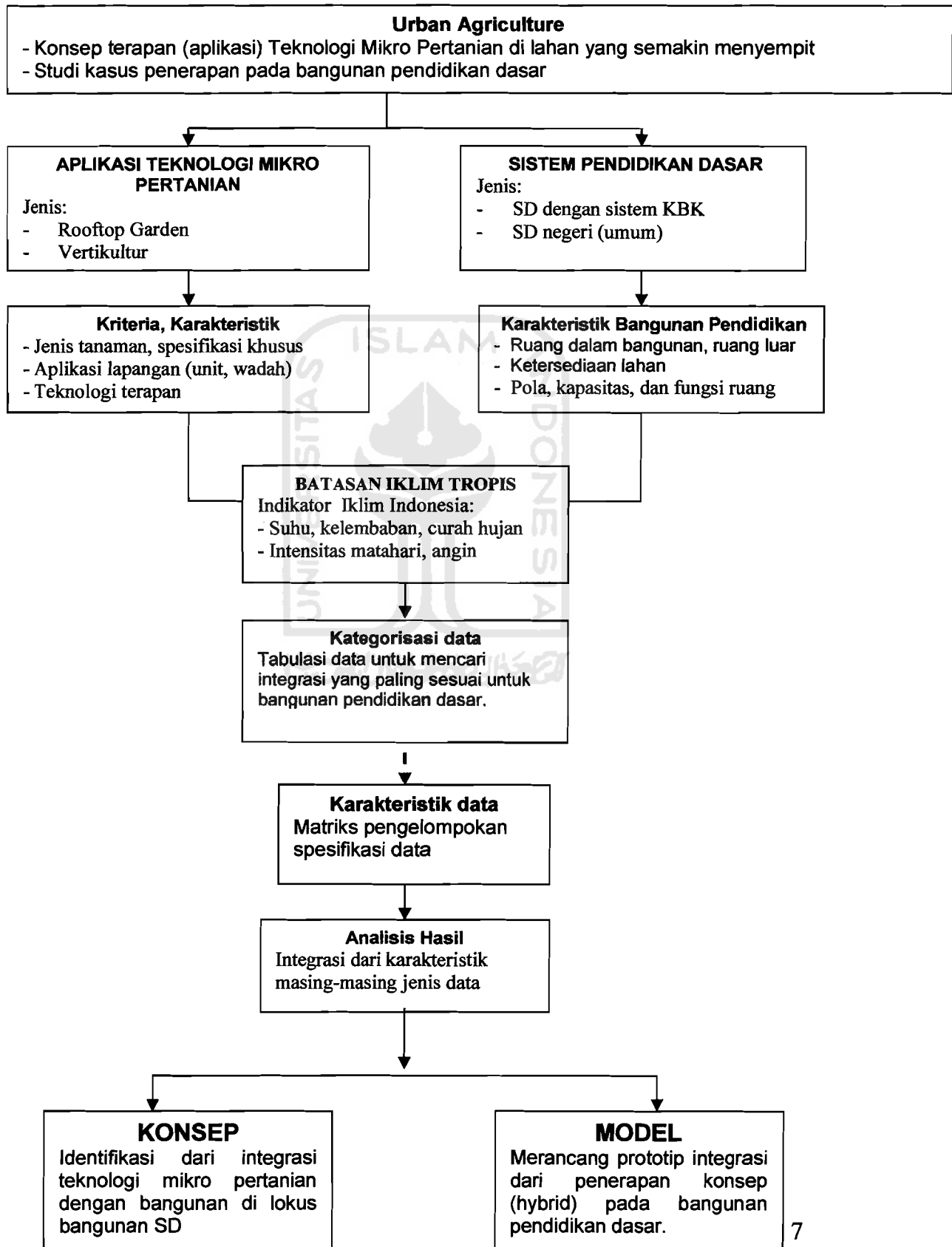
Penelitian ini akan berupaya mengkolaborasikan bidang terapan dalam aplikasi teknologi mikro pertanian dengan pola spasial arsitektural. Nantinya diharapkan akan muncul berbagai pilihan konsep aplikasi desain dalam mengatasi berbagai problematika lahan ataupun sebagai sumber telaah metodologis dalam penerapannya pada studi kasus lain. Terutama menghasilkan konsep penerapan pada bangunan pendidikan dasar yang memiliki kompetensi terhadap alam. Diharapkan juga dapat menjadi acuan perancangan dari skala bangunan di ruang kota yang berbasis pada integrasi antara fungsi dan aktivitas manusia dengan ekosistem alami.

## **1.9. Hasil yang diharapkan:**

- Konsep dan pilihan aplikasi desain serta spesifikasinya, yang berupa identifikasi dari penggabungan antara bidang arsitektur dengan aplikasi teknologi mikro pertanian dalam penerapannya di Yogyakarta.
- Menghasilkan prototip perancangan yang berupa model desain pada lokus bangunan pendidikan dasar.



## KERANGKA POLA PIKIR



## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### 2.1. Penerapan Teknologi Mikro Pertanian

Berbagai cara yang telah dilakukan untuk mengantisipasi berkurangnya lahan ekosistem alami sebagian besar hanya merupakan “hiasan” dari bangunan. Tujuan utama dari pembangunan suatu bangunan hanyalah cara atau pendekatan fisik untuk menyerupai lahan yang alamiah, tanpa mendapat kegunaan yang sesungguhnya yaitu mengaplikasikan teknologi ramah lingkungan yang tepat guna dan mengintegrasikan alam dalam bangunan.

Seperti teori yang dikemukakan Frank Lloyd Wright bahwa suatu bangunan harus tumbuh secara alami bersama lingkungannya<sup>5</sup>. Hal itu berawal dari ide dasar bahwa “form and function are one”. Demikian juga yang diungkapkan John Kay, bentuk bangunan ideal adalah suatu derivasi dari alam yang memiliki *sustainability* dengan *landscape* disekitarnya<sup>6</sup>.



Gambar: Arizona Home and School

Sumber: [www.organichomes.com](http://www.organichomes.com)

<sup>5</sup> Sumber: Organic Architecture and Frank Lloyd Wright.htm

<sup>6</sup> Sumber dari: John Kay/ Environmental Design, Earthquake Resistant, Residential Organic Housing, Gallery of Homes, Surrey, B\_C\_, Canada.htm



Salah satu masalah yang kini banyak dihadapi adalah fenomena dimana bangunan seakan-akan menjadi perusak bagi alam sekitar. Hal tersebut dapat terlihat jelas terutama di kawasan perkotaan. Lahan pertanian di kota (urban agriculture) tergusur oleh pertumbuhan bangunan. Dalam skala yang lebih luas, pertanian di kawasan perkotaan menjadi salah satu kecenderungan dalam pengelolaan kota yang mengintegrasikan antara teknologi pertanian dengan manajemen ruang kota, kaitannya dalam limitasi lahan. Seperti telah sering dibahas dalam Urban Agriculture Magazine, elemen natural dalam pertanian bukan semata sebagai bentuk penyajian visual, namun lebih mengedepankan pada dimensi produksi sebagai penyedia makanan<sup>7</sup>. Pertanian di kawasan perkotaan tersebut akan membawa berbagai dampak positif dari segi sosial dan juga keuntungan bagi lingkungan alam sekitar. Ketika orang mulai menanam tanaman pangan mereka sendiri, maka mereka akan menyadari pentingnya segala hal yang berhubungan dengan alam<sup>8</sup>.

Pertanian akan sangat berperan penting di perkotaan pada masa mendatang, karena populasi masyarakat yang cenderung semakin meningkat. Berikut adalah contoh dari suatu sisi ekologis dari perencanaan kawasan, serta contoh penerapan pertanian di kota:



Gambar: "Greened City"  
Sumber: *The American Park Movement*



Urban agriculture in Rockdale, Sydney. Participation in city farming by the children of immigrants has declined as they move into more financially rewarding and less time consuming work.  
(below) The organic garden at Vaucluse House produces a vegetable crop from heritage seeds.

Gambar: *Urban Agriculture* di Sidney  
Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

<sup>7</sup> Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

<sup>8</sup> Sumber: Lazarus, Chris. *New Village Journal: Urban Agriculture*, New York.

Penerapan pertanian di bidang arsitektur, selain sebagai penunjang faktor estetika, tentunya juga mengedepankan fungsi utama sebagai penyedia produksi pangan. Dari kriteria-kriteria Urban Agriculture yang teridentifikasi ada berbagai teknologi mikro pertanian yang dapat diaplikasikan ke dalam arsitektur, yaitu: aplikasi Rooftop Garden, Vertikultur, dan hidroponik. Kemudian berbagai teknologi tersebut dilihat dari masing-masing indikator, yaitu:

- a. Segi teknologi (sistem) yang dipakai
- b. Segi pemanfaatan lahan

Kedua hal tersebut mengarah kepada efisiensi, yakni yang bersangkutan dengan biaya, ketersediaan lahan, dan aplikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk hasil yang didapat, tentunya berorientasi pada hasil yang maksimal dengan penerapan teknologi tepat guna.

Berikut dibahas mengenai aplikasi penerapan teknologi mikro pertanian yang berhubungan dengan arsitektur yang ditinjau dari kedua aspek indikator diatas;

#### **a. Rooftop Garden**

Rooftop garden adalah pemanfaatan atap bangunan sebagai lahan untuk menerapkan teknologi mikro pertanian dalam pertanian di kawasan kota. Aplikasi ini memiliki berbagai variasi sebagai solusi dari pemanfaatan bangunan dan lahan secara lebih optimal. Memaksimalkan fungsi atap itu sendiri, serta fasad yang menarik merupakan perancangan bangunan yang diharapkan mendukung aktivitas dan memberi dampak positif bagi pengguna. Penerapan aplikasi ini dapat dilihat dari indikator sebagai berikut:

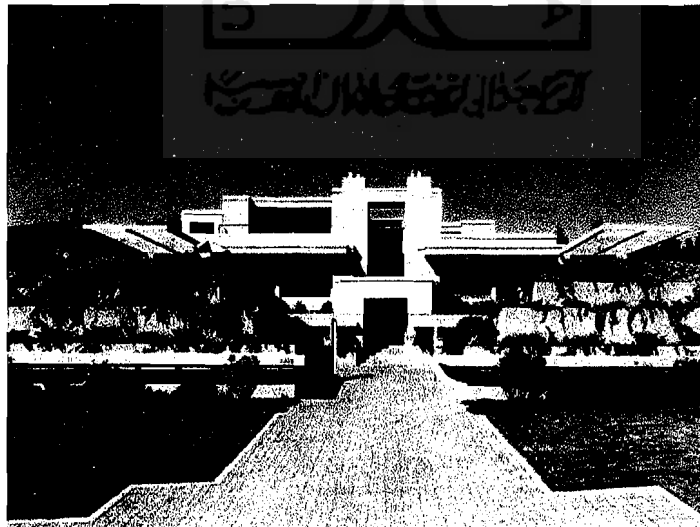
##### **1. Penerapan teknologi (sistem) yang dipakai**

Sistem yang diterapkan pada aplikasi ini dibedakan menjadi beberapa faktor, yakni:

- Spesifikasi struktur atap bangunan yang tersedia, dibagi menjadi 2;
  - Struktur aplikasi rooftop yang terintegrasi dengan struktur bangunan.
  - Struktur yang merupakan fungsi tambahan pada bangunan.
- Teknologi perawatan tanaman, yaitu hal teknis yang berkaitan langsung dengan teknologi mikro yang dipakai. Pemakaian teknik konvensional ataupun teknologi hidroponik dapat diterapkan pada aplikasi ini.

## 2. Pemanfaatan lahan

Penerapan aplikasi ini memiliki banyak manfaat dalam memaksimalkan atap sebagai kapasitas lahan produksi, baik dalam skala rumah tinggal maupun bangunan komersial. Ada banyak keuntungan yang didapat dari aplikasi ini. Kesan visual penghijauan memberi daya tarik tersendiri dan bisa menjadi penanda maupun pembeda dengan bangunan di sekitarnya. Penciptaan "soft area" diantara berbagai bangunan terutama di kawasan urban, penciptaan ilim mikro, sampai pada kapasitas sebagai lahan penghasil tanaman pangan.



Gambar: "Water House

Sumber: [www.organichomes.com](http://www.organichomes.com)

Pada gambar dibawah ini dapat dilihat contoh penerapan aplikasi Rooftop Garden di kawasan urban yang terdapat pada salah satu bangunan publik di Canada:



Gambar: Rooftop di Montreal

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

Wadah untuk menanam tanaman yang digunakan bermacam-macam, bisa dibedakan dari jenis tanaman yakni tanaman hias atau buah/sayuran. Hal tersebut memiliki karakteristik pertumbuhan dan akar yang berbeda, maka perlu di sesuaikan dengan lahan yang ada. Media permanen, ataupun semi-fixed dapat digunakan pada berbagai luasan lahan atap yang tersedia.



Gambar: penataan diatas gedung di Canada

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

## **b. Vertikultur**

Merupakan aplikasi pertanian yang memaksimalkan lahan sempit dengan memakai media tanam vertikal. Penerapan aplikasi ini dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan baik dalam rumah, di halaman rumah, di halaman sekolah, di bantaran sungai, dan di mana saja. Bahkan dapat dimanfaatkan pada aplikasi di lahan tidur untuk pertanian kota. Indikatornya adalah sebagai berikut:

### **1. Penerapan teknologi (sistem) yang dipakai**

Pada penerapan teknik ini juga menunjang berbagai jenis tanaman, dari tanaman hias, buah sampai obat-obatan. Disamping itu juga dapat menunjang pola penanaman tanaman sehat, yakni dengan pemakaian pupuk organik dan limbah dapur serta pemakaian sistem pengairan modern.

### **2. Pemanfaatan lahan**

Lahan yang tersedia pada bangunan dapat disesuaikan dengan unit vertikultur. Hal itu disebabkan karena fleksibilitas wadah sebagai media tanam yang bisa diatur sesuai keinginan. Kapasitas, bentuk, jenis tanaman dan sebagainya dapat di gabungkan dengan berbagai konsep dan teknik lainnya. Vertikultur merupakan salah satu solusi pertanian masa depan, hemat lahan, menambah pendapatan, dan berdampak positif bagi lingkungan<sup>9</sup>.

Berikut contoh dari fleksibilitas unit pada pemanfaatan lahan yang tersedia :

---

<sup>9</sup> Sumber: [www.sinarharapan/vertikultur/2002.com](http://www.sinarharapan/vertikultur/2002.com)



Gambar: Teknik pertanian Vertikultur dengan berbagai variasi

Sumber: [www.beritaiptek.com](http://www.beritaiptek.com)

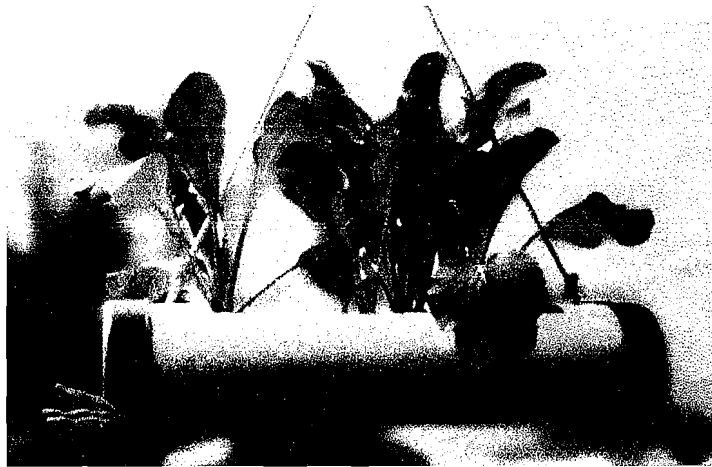
Berikut contoh penerapan dalam integrasi dengan bangunan:



Gambar: berbagai aplikasi dan penempatan pada bangunan

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

Wadah untuk menanam tanaman ini bisa mempergunakan berbagai variasi tempat, mulai dari bambu, pipa PVC, keramik, sampai pemakaian pot khusus dari tanah liat. Kesesuaian media ditentukan oleh jenis tanaman serta penempatan dalam bangunan.



Gambar: Penanaman sawi di pot PVC

Sumber: Vertikultur, "Bertanam Sayuran di Lahan Sempit"



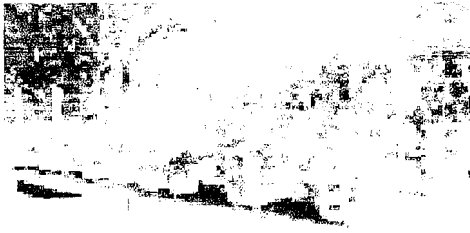
Gambar: Pot balok bertingkat, untuk menanam sayuran herba

Sumber: Vertikultur, "Bertanam Sayuran di Lahan Sempit"

c. Selain teknik dan konsep diatas, juga dikenal berbagai aplikasi dalam pemanfaatan teknologi pertanian terutama variasi dalam mengatasi ketersediaan lahan sempit untuk penerapan di kawasan urban, dengan berbagai variasi media tanam, antara lain:

- Teknik *Barrel Garden*, memakai media tong dari besi dengan memperhatikan campuran tanah dengan pupuk organik.
- Teknik *Faith Garden*, memanfaatkan ketersediaan limbah organik untuk memproduksi tanaman sehat.

- Teknik *Trench Garden*, lebih mengedepankan teknik penanaman tanaman khusus dengan memperhatikan pola penempatan dan sistem pengairan.



Swiss chard on barrel

Teknik *Barrel Garden*

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)



Faith Garden

Teknik *Faith Garden* di Ethiopia

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

#### d. Hidroponik

Hidroponik merupakan metoda bercocok tanam pada media tumbuh tanaman (MTT) bukan tanah; dapat menggunakan air, pasir, kerikil, arang, atau bahan lain yang dicampur dengan bahan-bahan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Dasar untuk menanam secara hidroponik sebenarnya terletak pada satu kata kunci yaitu air. Air umumnya menjadi kebutuhan utama tanaman sehingga ketersediaannya harus tercukupi. Ini disebabkan di dalam air selalu terdapat unsur hara yang dapat menunjang kebutuhan pertumbuhan tanaman.

Sistem penanaman hidroponik sangat cocok dikembangkan baik dalam skala rumah maupun industri. Secara umum kelebihanannya adalah sebagai berikut:

- Tidak memerlukan lahan yang luas. Pemanfaatan lahan secara maksimal dapat menghasilkan produksi tanaman yang lebih banyak, sehingga menghemat lahan, tenaga dan operasional.
- Pengontrolan hama lebih mudah.
- Hasil tanaman akan lebih cepat tumbuh dengan kualitas tinggi.



- Kondisi tanah dan lingkungan lebih bersih, karena memakai media selain tanah sehingga tidak kotor.
- Tidak diperlukan perlakuan khusus seperti penggemburan atau mencangkul.
- Bisa diterapkan pada kawasan yang tidak sesuai untuk penanaman secara konvensional, seperti padang pasir, tanah rawa, dan lain-lain.
- Pada lahan yang relatif sama dapat ditanam lebih dari satu jenis tanaman.

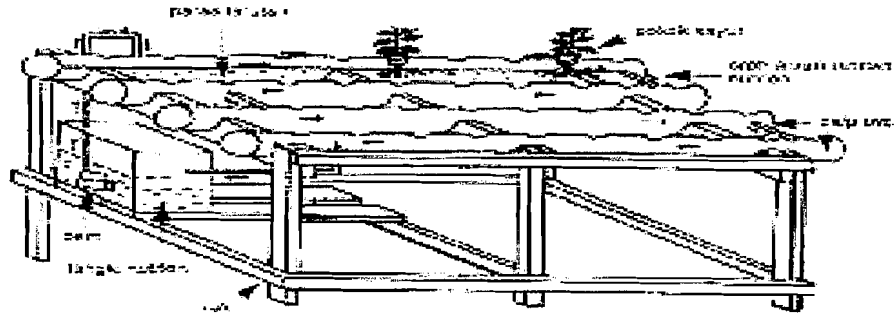
Disamping berbagai kelebihan diatas, sistem hidroponik juga memiliki fleksibilitas dalam penggabungan dengan sistem dan teknik pertanian lainnya. Sistem ini juga dapat diaplikasikan dalam berbagai kapasitas sesuai kebutuhan. Seperti misalnya penanaman sederhana dengan teknologi konvensional, hingga pada orientasi lahan penghasil produksi yang besar dengan teknologi modern.

Disamping keuntungan, sistem hidroponik juga memiliki beberapa kekurangan seperti berikut:

- Pada sistem tertentu seperti flood and drain, multistoried rack, umumnya memerlukan biaya yang mahal, seperti menggunakan *green house*, suplai listrik, dan formula khusus hidroponik.
- Di Indonesia kadang media masih harus di impor, seperti perlit, zeolit, dan rockwool.

## **1. Berbagai contoh penerapan teknologi (sistem) yang dipakai:**

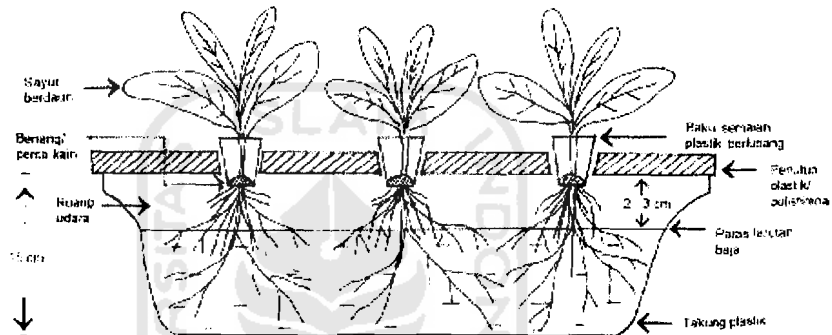
1. Sistem pengairan nutrisi:



Gambar: Sistem pengairan nutrient

Sumber: [www.beritaiptek.com](http://www.beritaiptek.com)

## 2. Contoh cara penanaman dalam wadah plastik:



Gambar: Hidroponik sistem takung

Sumber: [www.hidroponik.sabah.org](http://www.hidroponik.sabah.org)

## 2. Pemanfaatan lahan

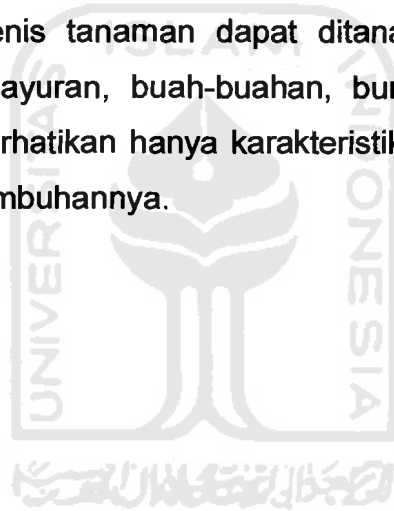
Dengan media ini, dapat dihasilkan mutu yang tinggi dengan lahan yang sangat sempit. Aplikasi dapat diterapkan di balkon rumah, apartemen ataupun halaman di dalam bangunan. Untuk tanaman tertentu bahkan hanya perlu terkena sinar matahari setiap 6 hari sekali, sehingga dapat diletakkan di dalam ruangan.



Gambar: Wadah plastik (plastic container)

Sumber: [www.hidroponik-sabah.org](http://www.hidroponik-sabah.org)

Hampir semua jenis tanaman dapat ditanam dengan memakai wadah ini, mulai dari sayuran, buah-buahan, bunga, hingga tanaman pangan. Yang perlu diperhatikan hanya karakteristik masing-masing jenis tanaman, dan pola pertumbuhannya.



Selain spesifikasi teknis dari masing-masing aplikasi diatas, berikut adalah contoh aplikasi yang telah diterapkan ditinjau dari pemanfaatan teknologinya:

1. Berbagai jenis tanaman yang dapat diterapkan dengan sistem hidroponik antara lain;



Cempaka (*Cananga sp.*)



Mawar (*Rosa damascena Mill.*)



*Bulbophyllum sp.*



Bambu-bambuan (*Bambusa sp.*)

Gambar: berbagai jenis tanaman hidroponik

Sumber: Hidroponik sederhana penyejuk ruang, redaksi Trubus, 2002

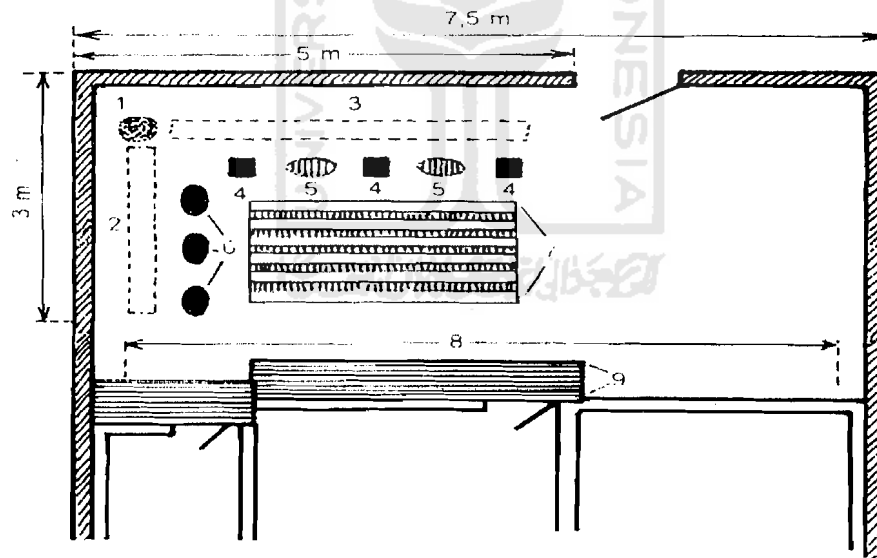
Tanaman tunggal dapat diwadahi menggunakan pot sederhana memakai media tumbuh koral split.

2. Media PVC ataupun bambu dapat digunakan untuk menanam lebih banyak variasi tanaman



Gambar: Media PVC pada bambu  
Sumber: Vertikultur, redaksi Trubus

2. Berikut adalah salah satu contoh aplikasi di bangunan rumah tinggal:



Keterangan:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. Bayam tahunan                 | 6. Kemangi   |
| 2. Kacang panjang                | 7. Bedengan untuk sayuran berumur pendek (kol, selada, sawi, petsai, bawang daun, dan lain-lain) |
| 3. Daun mangkogan/katuk/beluntas | 8. Bagian depan rumah (tipe RS)  |
| 4. Cabai                         | 9. Teras rumah   |
| 5. Tomat                         |  |

Contoh tata letak penanaman sayuran di lahan sempit

Sumber: Hidroponik sederhana penyejuk ruang, redaksi Trubus, 2002.

3. Berikut adalah contoh tanaman yang dapat tumbuh di lahan sempit, dan sebagian besar dapat dibudidayakan dengan sistem hidroponik:

TABEL 4. BEBERAPA JENIS SAYURAN YANG DAPAT DITANAM DI HALAMAN

Jenis Sayuran	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Tipe Tanaman	Bagian yang Dimakan	Topografi (m dpl)	Cara Perbanyakan
Sayuran daun	Bayam	<i>Amaranthus</i> sp.	Herba menahun atau semusim	Daun, batang	< 1.400	Biji
	Beluntas	<i>Pluchea indica</i>	Perdu tegak	Daun	< 250	Setek batang
	Gedi	<i>Abelmoschus manihot</i>	Semak bercabang	Daun	< 600	Setek batang
	Kangkung	<i>Ipomoea aquatica</i>	Semak menjalar	Daun, batang	< 1.000	Biji, setek batang
	Katuk	<i>Sauropus androgynus</i>	Semak	Daun, pucuk	1-1.500	Setek batang
	Kecombrang	<i>Nicolaia speciosa</i>	Terna merumpun	Daun, bunga, buah	< 1.200	Biji
	Kemangi	<i>Ocimum sanctum</i>	Herba tegak	Daun	1-500	Biji, setek
	Kol	<i>Brassica oleraceae</i>	Herba	Daun, bunga	700-1200	Biji
	Leilem	<i>Clerodendron</i> sp.	Perdu menahun	Daun	< 800	Setek batang
	Mangkokan	<i>Nothopanax scutellarium</i>	Perdu	Daun	< 1.500	Setek batang
	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	Pohon	Daun, buah	< 1.200	Biji, cangkok
	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	Pohon tegak	Daun, buah muda	< 1.200	Biji
	Petsai	<i>Brassica chinensis</i>	Herba	Daun	< 1.600	Biji
	Sawi	<i>Brassica juncea</i>	Herba	Daun, batang	5-1.200	Biji
	Selada	<i>Lactuca sativa</i>	Herba	Daun	< 2.200	Biji, anakan
	Seledri	<i>Apium graveolens</i>	Herba tegak	Daun, batang	< 800	Biji, anakan
Sayuran buah	Buncis	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Semak tegak/merambat	Polong	< 1.000	Biji
	Cabai besar	<i>Capsicum annum</i>	Herba tegak	Buah	< 1.500	Biji
	Cabai rawit	<i>Capsicum frutescens</i>	Herba tegak	Buah	200-1.500	Biji
	Gambas	<i>Luffa acutangula</i>	Merambat	Buah	< 300	Setek
	Kacang gude	<i>Cajanus cajan</i>	Perdu	Polong	< 1.200	Biji
	Kacang panjang	<i>Vigna sinensis</i>	Merambat	Polong	< 1.200	Biji
	Kacang tanah	<i>Arachis hypogaea</i>	Semak	Polong	< 1.000	Biji
	Kapri	<i>Pisum sativum</i>	Perdu	Polong	1.500-800	Biji

Tabel 1: Spesifikasi tanaman

Sumber: Hidroponik sederhana penyejuk ruang, Redaksi Trubus, 2002

Pada contoh diatas mewakili dari fleksibilitas penggunaan sistem hidroponik. Sistem ini dapat diterapkan pada hampir semua aplikasi pertanian dan pada semua bangunan, baik pada *rooftop garden*, vertikultur, dan lain sebagainya. Jadi ini lebih merupakan konsep alternatif yang lebih menguntungkan dibanding memakai cara-cara konvensional.

## 2.2. Kondisi Iklim

Seperti telah diketahui bahwa Indonesia merupakan negara tropis dan pertanian merupakan hal yang berperan penting bagi sebagian besar masyarakat. Maka dari itu dari pengkondisian iklim, terutama dalam skala mikro/ bangunan akan bisa mendapatkan solusi dalam mengintegrasikan antara konsep aplikasi arsitektur ekologis dengan teknik pada penerapan teknologi mikro pertanian.

Indonesia masuk dalam klasifikasi DPM, yaitu daerah prakiraan musim yang pola hujan rata-ratanya memiliki perbedaan yang jelas antara kriteria musim kemarau dan musim hujan sehingga dapat memudahkan pengelompokan informasi dalam proses aplikasi di lapangan.

Khusus untuk aplikasi kegiatan pertanian (tanaman pangan) ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk penentuan jadwal tanam:

- Pewilayahan tipe iklim
- Pewilayahan tipe hujan
- Analisa neraca air
- Prospek / prakiraan musim hujan (termasuk periode musim kemarau dan musim hujan, serta sifat hujannya)

Dari klasifikasi dan analisa iklim serta keadaan Indonesia, akan didapat batasan tanaman yang dapat berkembang secara optimal. Baik dari jenis tanaman, cara tanam, media serta orientasi hasil.

Dalam penelitian ini hanya akan dibatasi pada pembahasan iklim mikro, yakni yang berhubungan langsung dengan aplikasi Teknologi Mikro, tanaman dan media tumbuh. Unsur tersebut meliputi:

- Suhu ideal (*temperature range*) bagi tanaman dan kelembaban.
- Faktor angin dan intensitas cahaya matahari
- Faktor ketersediaan air, termasuk air hujan
- Dan juga syarat-syarat khusus yang berhubungan langsung dengan tanaman, misalnya syarat tumbuh tanaman pada ketinggian tertentu dan hubungan iklim mikro dengan media serta tata teknis penempatan pada bangunan.

Dari batasan iklim mikro tersebut diharapkan dapat menjadi tolok ukur yang cukup maksimal bagi representasi dari sebagian besar wilayah Indonesia.

## **2.3. Bangunan Pendidikan Dasar**

### **2.3.1. Tinjauan umum tentang pendidikan dasar**

Penerapan berbagai aplikasi Teknologi Mikro Pertanian pada bangunan pendidikan dasar memiliki berbagai aspek pertimbangan. Keuntungan tersebut intinya disamping mendapat manfaat dari aplikasi pertanian itu sendiri, juga akan memiliki dampak positif terhadap siswa di sekolah tersebut. Berbagai manfaat tersebut antara lain:

- Pada tingkat pendidikan dasar, anak-anak masih merupakan objek “pembelajar alamiah”. Maka dari itu diharapkan akan lebih mudah dalam menghasilkan minat belajar untuk menjaga dan berinteraksi dengan alam.
- Dalam taraf pembelajaran tentunya diperlukan lingkungan yang kondusif, sehat, dan menarik. Kaitannya dengan itu, penerapan aplikasi TMP dapat banyak membantu untuk tercapainya lingkungan sehat dan mewujudkan bangunan serta kawasan yang lebih asri.
- Praktek yang melibatkan siswa dalam aplikasi lapangan dalam hal pertanian dapat memberi pengetahuan tentang berbagai aspek kehidupan.

Selain manfaat diatas, aplikasi ini juga berkaitan dengan sistem kurikulum pembelajaran pendidikan pada anak-anak, yakni tentang interaksi terhadap alam. Sebagai contoh, kegiatan yang sudah ada di Peru yakni penerapan “hydroponics garden in primary and secondary school”. Hal tersebut diyakini dan juga sudah terbukti sebagai salah satu media pembelajaran yang efektif. Hal tersebut dapat mendatangkan berbagai keuntungan langsung<sup>10</sup>, diantaranya:

---

<sup>10</sup> Sumber: Hydroponics Tecnology in Urban Lima-Peru ([www.ruaf.org](http://www.ruaf.org))



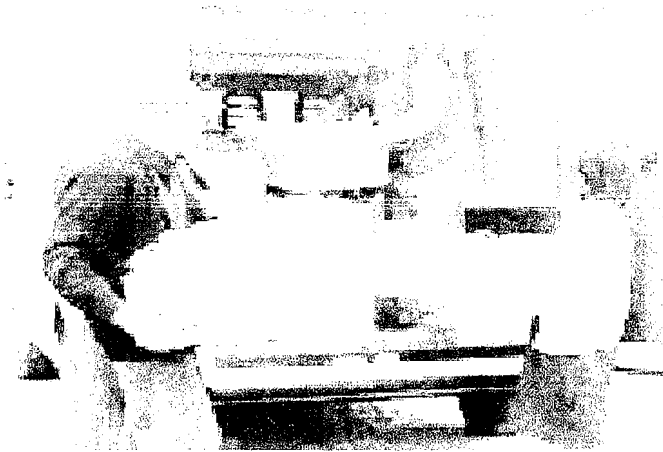
- Dapat mentransfer teknologi dalam program akademik sekolah, misalnya bidang biologi, fisika, kimia, matematika, dan ekologi.
- Produksi dari tanaman dapat mencukupi kebutuhan nutrisi siswa di sekolah.
- Dapat menjadi contoh untuk diterapkan dan dikembangkan di rumah masing-masing.



Gambar: "hydroponics garden" di Peru

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

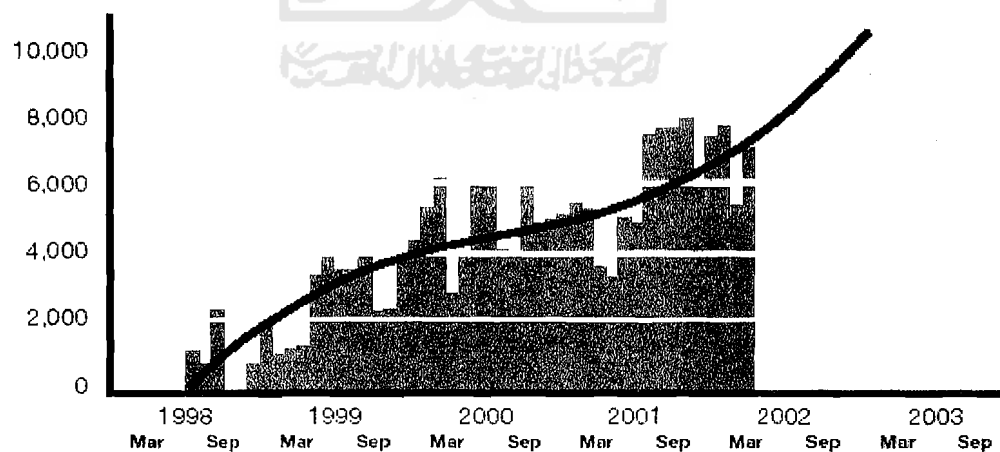
Di kota metropolis Lima (Peru), penerapan praktek pertanian diatas sudah merupakan bagian dari kurikulum lokal. Terdapat kurang lebih 42 sekolah yang menerapkannya. Implementasi dari "taman hidroponik" yang menghasilkan itu selain untuk dikonsumsi sendiri oleh para siswa, ada juga yang sebagian dijual kepada masing-masing orang tua murid. Sebagian besar pelaksanaan dilakukan diatas bangunan (rooftop garden), dimana dapat menghemat lahan dan memiliki berbagai keuntungan. Bahkan bisamenghasilkan surplus produksi yang tentunya juga dapat dijual untuk mendapat keuntungan.



Gambar: Surplus hasil "Pertanian di Sekolah", Peru

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

Pada kapasitas yang lebih besar bahkan dapat dikembangkan menjadi lahan bisnis bagi sekolah. Tentunya hal tersebut berorientasi pada keuntungan yang digunakan untuk pembiayaan fasilitas lahan pertanian tersebut. Untuk jangka panjang akan sangat memungkinkan untuk mendapat profit yang sesuai yang dapat digunakan untuk mensubsidi biaya sekolah yang tentunya berdampak positif bagi kedua belah pihak.



Gambar: Tabel profit yang didapat dari "hydroponic garden" di Lima, Peru

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org)

Dari berbagai contoh diatas diharapkan pendidikan dasar ini dapat menjadi lokasi yang sesuai bagi contoh penerapan aplikasi TMP dan menjadi representasi dari arsitektur ekologis yang bersanding dengan alam.

### **2.3.2. Karakteristik bangunan pendidikan dasar**

Ada beberapa klasifikasi tipe ruang pada bangunan pendidikan dasar, yaitu:

#### **1. Area pengajaran (Teaching area)**

Untuk kategori pendidikan dasar biasanya area ini cenderung dipakai sebagai area utama dalam kegiatan di sekolah. Area pengajaran dapat berupa suatu ruang kelas, *hall*, perpustakaan, dan ruang luar.

#### **2. Area non-pembelajaran (non-teaching area)**

Kategori area ini dibagi menurut kebutuhan tiap sekolah, namun standar yang banyak dipakai adalah berikut:

- Area untuk staff dan administrasi
- Area untuk kebutuhan personal siswa, misalnya loker dan toilet.
- Area penyimpanan kebutuhan pengajaran, contohnya laboratorium beserta rak penyimpanan, ruang untuk menyimpan barang-barang pendukung dalam mengajar.
- Area untuk kebutuhan konsumsi, yakni kantin, dapur.
- Area pendukung, bermacam-macam jenis ruang yang mendukung kegiatan non-pendidikan, misalnya gudang penyimpanan kebersihan.
- Area sirkulasi, misalnya koridor, tangga dan *foyer*.

#### **3. Fasilitas umum (facilities for the community)**

Fasilitas ini mutlak diperlukan agar menunjang kegiatan dari sekolah tersebut. Area ini bervariasi tergantung kebutuhan masing-masing sekolah, misalnya ruang rapat, area untuk bermain siswa dan area olahraga. Fasilitas ini bahkan dapat dikembangkan menjadi suatu fasilitas

umum bagi pembelajaran masyarakat di sekitarnya. Seperti misalnya perpustakaan terbuka, yang dirancang dengan fasilitas untuk siswa di sekolah dan untuk masyarakat umum. Dalam perkembangan ke depan, sekolah bisa menjadi area belajar bagi masyarakat umum (community learning), dengan syarat:

- Terbuka bagi siapa saja yang ingin belajar. Dalam arti pembelajaran bukan sebagai siswa, namun memanfaatkan sekolah sebagai tempat untuk mendapat banyak ilmu, bisa lewat perpustakaan, atau bahkan studi lain yang bersifat eksplisit.
- Penciptaan kesan “hangat” melalui desain dan kualitas bangunan serta kawasan sekolah.
- Bangunan harus mudah dikenali, dipahami, dan digunakan.
- Bangunan harus dapat menjadi “bangunan umum”, yakni selain terbuka bagi siswa juga terbuka bagi masyarakat umum.

Pembagian area diatas bukan dalam lingkup jenis ruang (luar-dalam), namun lebih pada jenis aktivitas yang ada. Kemudian dari berbagai pembagian fasilitas/area itu akan digunakan sebagai acuan dalam merancang kebutuhan dan program ruang. Penyesuaian area menurut tipe sekolah dan jenis sistem pembelajaran yang akan diterapkan. Untuk sekolah modern di kota tentunya bisa berbeda sama sekali dengan kebutuhan ruang sekolah konvensional di kawasan desa. Hal tersebut tentu dipengaruhi oleh sistem kurikulum, biaya, orientasi sekolah dan berbagai unsur pendukung lainnya.

## **BAB III**

### **DATA**

Ada berbagai jenis aplikasi Teknologi Mikro Pertanian (TMP) yang dapat diterapkan pada suatu desain dan fungsi bangunan. Baik itu merupakan fungsi tambahan pada bangunan yang sudah ada, maupun pada proses desain bangunan baru. Nantinya akan dijelaskan spesifikasi teknis dari aplikasi tersebut dan proses integrasinya pada bangunan. Teknologi Mikro Pertanian yang akan diintegrasikan adalah Rooftop Garden dan Vertikultur.

#### **Proses integrasi Teknologi Mikro Pertanian pada bangunan**

Ada beberapa aspek/kriteria yang sangat penting dalam proses integrasi Teknologi Mikro Pertanian dalam bangunan;

- Spesifikasi bangunan, kaitannya dengan fungsi bangunan dan sistem struktur. Dalam proses aplikasi dibatasi pada penerapan di lokus Sekolah Dasar sesuai sampel bangunan.
- Ketersediaan Lahan, meliputi ruang luar (terbuka), ruang dalam, ataupun ruang khusus yang ada pada bangunan. Kategorisasi masing-masing ruang akan diperlukan sebagai tempat (space) untuk menanam tanaman dan pola integrasi perancangan bangunan serta kawasan sekitar.
- Spesifikasi tanaman, teknologi yang diterapkan. Dalam penelitian ini nanti akan diambil sampel yang memungkinkan untuk diterapkan di lokus. Batasan pengambilan sampel adalah pada kriteria tanaman yang sesuai dengan iklim tropis dan yang tidak memerlukan perawatan yang sulit.

Dari berbagai kriteria diatas akan dicoba untuk menstrukturkan dari masing-masing aplikasi Teknologi Mikro Pertanian untuk kemudian keduanya dianalisa dalam penerapannya pada bangunan. Berikut adalah penjelasan teknis dari masing-masing jenis aplikasi dan berbagai kategorisasi:

### **3.1. Jenis Aplikasi Teknologi Mikro Pertanian**

#### **3.1.1. Aplikasi *Rooftop Garden***

Merupakan teknik pemanfaatan atap bangunan sebagai tempat menanam tanaman, dalam penelitian ini terutama sebagai lahan penghasil tanaman pangan (sayur dan buah). Teknik ini memiliki beberapa keuntungan, yakni sebagai penyedia lahan pertanian di kawasan perkotaan yang dapat menghasilkan tanaman pangan. Kemudian ada beberapa keuntungan secara umum yang bisa didapat segi ekosistem maupun bangunan itu sendiri, yaitu:

- Pengkondisian udara bangunan yang maksimal. Tanaman dapat mendinginkan suhu udara dalam bangunan sehingga pengguna memiliki kualitas thermal yang diinginkan, dengan cara menjadi pengisolasi dan peneduh. Sebaliknya panas yang dihasilkan bangunan dapat menunjang pertumbuhan tanaman di atas atap.
- Dari segi ekonomi bisa mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk pengkondisian udara di atas. Karena kondisi udara cenderung stabil maka bisa mengurangi pemakaian AC atau pemanas ruangan. Menurut penelitian di Canada,<sup>11</sup> pemakaian teknik Rooftop Garden dapat mengurangi pemakaian pemanas hingga 25% di musim dingin, dan mengurangi pemakaian AC (pendingin) di musim panas hingga 50-75%.
- Dalam kapasitas besar bahkan dapat memperbaiki kualitas udara pada suatu kawasan, atau setidaknya di sekitar bangunan itu sendiri. Tanaman di atap dapat menjadi filter bagi polusi udara.<sup>12</sup> Efektivitasnya mencapai 95% dalam mengurangi kandungan logam berat, seperti tembaga dan timbal, juga partikel berbahaya dalam udara terbuka.
- Karena mengurangi pemakaian energi, maka dapat juga mengurangi emisi gas yang dihasilkan dari efek rumah kaca.

---

<sup>11</sup> Michelle Nowark, Canada Mortgage and Housing Corporation's *Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada*, Cornell University, 2004.

<sup>12</sup> Ibid.

- Keuntungan teknis dari lokasi di atap bangunan yakni dapat terbebas dari gangguan hama darat, seperti tikus, katak dan lainnya yang biasanya menjadi kendala dalam teknik konvensional.

Pada pelaksanaan teknis yang berkaitan dengan ketersediaan lahan dan struktur bangunan dibedakan menjadi 2:

#### **A. Sistem Rooftop Garden yang berintegrasi dengan struktur bangunan.**

Pada teknik ini keberadaan taman di atap memang sudah diperhitungkan sejak awal merancang bangunan, sehingga atap benar-benar menyediakan lahan tanam dan menjadi media dalam mewartahi kebutuhan tanaman. Luasan lahan tanam, kekuatan atap, struktur, dan utilitas, serta drainase sudah dirancang bersamaan dengan bangunan itu sendiri. Dengan perancangan yang dilakukan sebelum gedung dibangun tentunya akan lebih bisa mendapat keuntungan yang lebih maksimal, namun juga diperlukan waktu dan estimasi yang belum tentu teruji. Sehingga kadang hasil yang diharapkan tidak sesuai dengan perencanaan awal.



Gambar 1: Atap Toronto's City Hall

Sumber: Michelle Nowark, Senior Honors Thesis: UA on the Rooftop, Cornell University, 2004

Bangunan Toronto's City Hall memiliki 8 taman di atas atap yang menempati lahan seluas 300 m<sup>2</sup> di lantai ketiga. Perencanaan desain yang sejak awal berorientasi pada memaksimalkan ketersediaan lahan di atap dan kini dapat berkembang untuk penelitian serta menjadi lahan produksi lokal. Setiap taman memiliki desain dan spesifikasi yang berbeda berdasar tanaman dan kegunaan utamanya. Sistem seperti ini dapat menambah investasi yang lebih intensif dikarenakan dapat menjadi lahan produksi pangan dalam kapasitas besar.

**Kriteria-kriteria khusus:**

Atap ini memiliki konstruksi khusus, yaitu:

- Pemakaian lapisan kedap air (water proof membrane), lapisan ini mutlak diperlukan agar air tidak meresap ke dalam bangunan.
- Pembatas pertumbuhan akar (root barrier), harus ada untuk membatasi pertumbuhan akar pada taman di atap. Disamping pemilihan jenis tanaman dengan spesifikasi akar serabut, juga dapat dibatasi dengan pemakaian lapisan struktur khusus. Hal ini mencegah akar tanaman merusak struktur atap dan mengantisipasi proses pertumbuhan tanaman agar dapat maksimal.
- Lapisan aliran air hujan, biasanya sudah dirancang secara khusus menyesuaikan pola lay-out taman atap. Disamping lapisan tersebut tentunya juga diperlukan saluran khusus yang dapat mengalirkan air hujan sehingga tidak menjadi beban tambahan bagi struktur. Atau dalam pola taman tertentu dibuat sistem pengolahan air hujan sehingga dapat di pakai untuk sistem pengairan tanaman.
- Lapisan tanah dan media tanam. Ini merupakan unsur utama dalam pertumbuhan tanaman dan sekaligus sebagai faktor yang paling berpengaruh terhadap struktur bangunan. Beban tanah dan media tanam lainnya harus lebih dulu dihitung agar atap mampu menahannya.



## **1. Ketersediaan lahan,**

Spesifikasi ini diperlukan sejak awal untuk menyesuaikan ketersediaan lahan di atap bangunan, bisa dilihat dari kriteria berikut:

- Dilihat dari karakteristik jenis tanaman itu sendiri. Ada tanaman yang memerlukan lahan luas atau terbuka, dan ada pula yang bisa tumbuh dengan kerapatan sempit. Hal ini juga berkaitan dengan orientasi awal. Apakah akan dijadikan sebagai lahan produksi atau sekedar pemanfaatan lahan atap sebagai hiasan.
- Dapat memprediksikan jumlah biaya. Dari lahan yang luasnya bervariasi tentu akan memerlukan estimasi pembiayaan yang tidak sama. Berawal dari taman itu sendiri, biaya perawatan, hingga pengembangan ke depan.
- Menentukan lay-out pola menanam tanaman dan proses perawatannya. Biasanya konsep ini dipakai dalam skala produksi. Atap sebagai wadah langsung untuk penempatan tanah dan unsur hara lain sebagai media tumbuh tanaman.

## **2. Pemakaian teknologi dan perawatan**

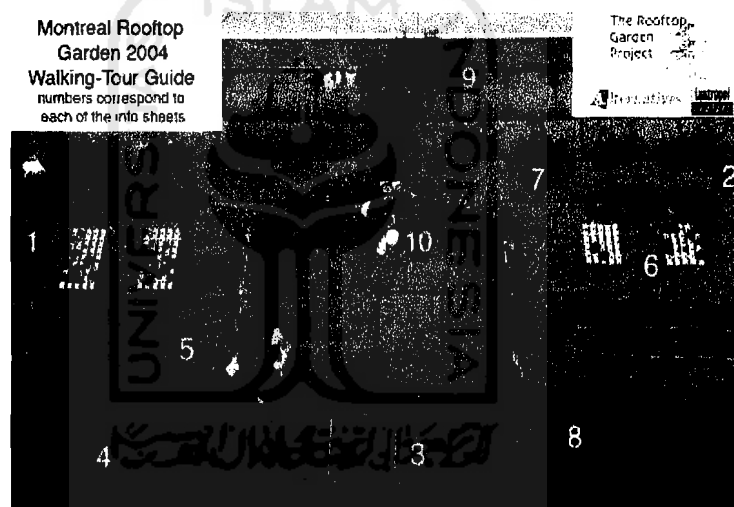
Rooftop yang berintegrasi dengan struktur ini memiliki tingkat perawatan yang minim, dikarenakan teknologi yang dipakai biasanya sudah modern. Tanah yang dipakai bersifat permanen, hanya perlu diberi pupuk (pemeliharaan) tanpa harus diganti. Satu-satunya perawatan terhadap media hanya penggantian tanaman secara berkala. Hal itu disebabkan karena kontinuitas pola tanam yang teratur sudah dapat menjaga kondisi lahan tanam dan kandungan hara didalamnya.

Utilitas dan segala hal teknis sudah diperhatikan sejak awal desain. Seperti misalnya sistem penyiraman tanaman otomatis, saluran drainase yang terintegrasi dengan bangunan dan juga berbagai fasilitas pendukung lainnya. Dengan pemanfaatan teknologi yang tepat mungkin biaya awal yang dikeluarkan akan besar, namun manfaat ke depannya juga akan lebih menguntungkan.

## B. Sistem Rooftop Garden yang berupa fungsi tambahan pada bangunan

Aplikasi teknik ini hanya memerlukan ketersediaan atap sebagai lahan terbuka. Atap merupakan tempat penunjang untuk menempatkan media tanam dan wadah yang diperlukan bagi tanaman. Tidak diperlukan berbagai kriteria yang spesifik karena media tanam terpisah dari atap, dan hanya memanfaatkan tempat kosong diatas bangunan. Pada bangunan dengan atap konvensional dapat menerapkan aplikasi ini hanya dengan mendesain ulang atap sehingga tersedia lahan yang relatif datar untuk bisa dijadikan taman.

Contoh aplikasi:



Gambar 2: Taman di atap University of Quebec

Sumber: [www.alternative.ca/](http://www.alternative.ca/) Rooftop Garden Project

Pada aplikasi *Rooftop Garden* di atas memiliki luas lahan 500m<sup>2</sup> sebagai media promosi, penelitian dan pendidikan bagi orang yang ingin belajar mengelola serta memaksimalkan fungsi atap bangunan mereka.

### **Kriteria-kriteria khusus:**

Teknik ini tidak memerlukan integrasi langsung dengan desain ataupun struktur bangunan. Beban yang diterima atap disesuaikan dengan jenis struktur bangunan, maka yang diperlukan hanya perhitungan beban tambahan dari peletakan tanaman di atap. Pada segi desain, teknik ini lebih fleksibel karena pengaturan tanaman bersifat sementara atau bisa diubah sewaktu-waktu.

#### **1. Ketersediaan lahan,**

Yang diperlukan hanya wadah non-permanen yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan media tanam. Wadah untuk menanam tanaman yang digunakan bermacam-macam, bisa dibedakan dari jenis tanaman yakni tanaman hias atau buah/ sayuran. Hal tersebut memiliki karakteristik yang disesuaikan dengan berbagai hal, yaitu:

- Jenis tanaman berkaitan dengan jenis akar dan pertumbuhannya. Besar kecilnya wadah menyesuaikan dengan kapasitas tanaman dan estimasi pertumbuhannya. Spesifikasi tanaman dengan akar serabut yang dapat dikembang biakkan pada media tanam buatan, dapat berupa tanaman buah, sayur serta bunga hias.

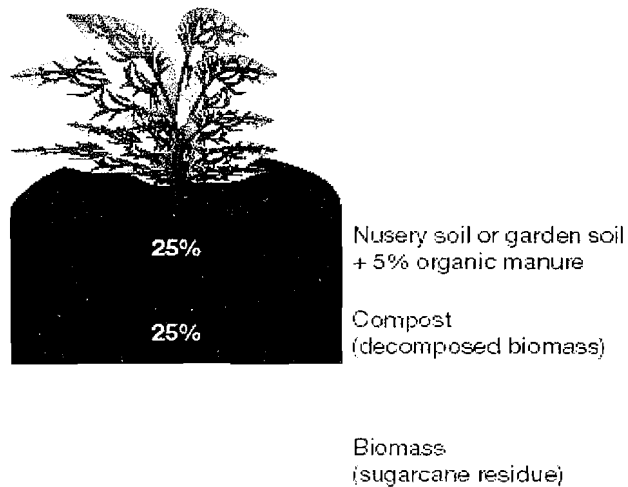


Gambar: unit aeroponik, akar serabut pada rooftop garden

Sumber: Hidroponik, redaksi Trubus, 2002

- Perbandingan media tumbuh tanaman yang baik, agar tanaman dapat berkembang maksimal. Bahkan dalam wadah yang sederhana, misal

kantung plastik harus tetap diperhatikan campuran dari tanah, pupuk, dan unsur lain.



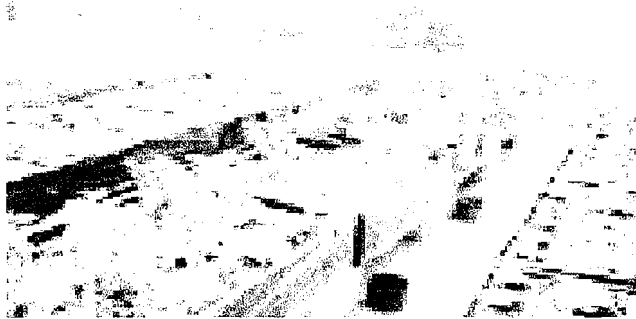
Gambar: Lapisan yang diperlukan dalam wadah untuk pertumbuhan tanaman

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (City farming, India)

- Pola penempatan wadah yang secara keseluruhan berpengaruh terhadap pemakaian lahan kosong di atap. Lay-out keseluruhan berhubungan dengan kemudahan dalam pemeliharaan, memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan memudahkan dalam pemakaian teknologi yang tepat.

Ada berbagai jenis wadah sebagai tempat tumbuh tanaman, mulai dari yang bersifat permanen, sampai yang bisa ditempatkan dimana saja. Jenis wadah fleksibel yang menyesuaikan kebutuhan tanaman antara lain:

- Batu bata; wadah dibentuk seperti kolam dengan luasan tertentu menyesuaikan jenis tanaman. Media seperti ini relatif permanen, sehingga perlu penyesuaian dalam perancangan struktur atap. Biasanya dipakai dalam kapasitas lahan produksi. Kelebihannya adalah lebih awet dan tahan cuaca.



**Beds made of bricks**

Gambar: wadah terbuat dari batu bata

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (UA in Senegal)

- Kotak kayu; berbentuk seperti pot biasa namun terbuat dari kayu yang dirancang dengan pelapis plastik dan lubang saluran air. Media ini bisa menyesuaikan luas lahan yang ada, sifat semi permanen, namun kurang tahan terhadap cuaca.



**Beds made of wood**

Gambar: Wadah terbuat dari kayu dengan lapisan plastik

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (UA in Senegal)

- Wadah plastik; dengan desain khusus untuk sistem irigasi air. Media ini bersifat praktis, bisa dipindah-pindah dan juga awet.



Gambar: Wadah dari plastik dengan desain khusus

Sumber: [www.alternative.ca](http://www.alternative.ca) (Rooftop in Canada)

- Selain itu untuk menghemat biaya, juga dapat memanfaatkan peralatan dan limbah dapur. Seperti misalnya menggunakan kantong plastik bekas (Doshi System<sup>13</sup>) yang memiliki beberapa keuntungan lain, misalnya menghemat air dan dapat di terapkan dalam kapasitas besar serta bisa dilakukan pada segala jenis ruang terbuka.



Gambar: Rooftop garden yang memakai limbah dapur di Mumbai, India

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (City Farming-India)

Pada contoh aplikasi diatas digunakan kantong plastik dan kaleng bekas yang dapat diperoleh dengan mudah serta tersedia di semua tempat. Dengan sistem serta teknik yang sederhana seperti ini dapat juga

<sup>13</sup> Doshi system adalah sistem yang dikembangkan oleh Dr. Doshi (India) untuk mencari alternatif penghematan air pada tanaman. Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (City Farming-India).

digunakan dalam kapasitas besar. Lebih dari 10000 kaleng dan plastik yang dipakai diatas mampu menghasilkan berbagai varietas tanaman, mulai dari buah, sayur dan sereal.

## **2. Pemakaian teknologi dan perawatan**

Rooftop yang berupa fungsi tambahan ini biasanya di aplikasikan pada bangunan yang sudah ada. Redesain hanya menyesuaikan sistem utilitas bangunan atau hanya ditambah mengikuti kebutuhan tanaman. Pola kesesuaian teknologi pada fungsi tambahan ini bisa lebih fleksibel, baik yang berkaitan dengan teknologi mikro yang diterapkan maupun dari segi bangunan itu sendiri.

Disamping kriteria yang telah dijelaskan diatas, ada juga beberapa karakteristik umum dalam menerapkan sistem ini agar bisa tumbuh dan berkembang dengan baik. Namun syarat umum ini lebih kepada karakteristik tanaman dan unsur pendukungnya, misalnya adalah sebagai berikut:

- Jenis tanaman yang dilihat dari tempat dimana dia biasa dikembang biakkan. Lokasi penanaman dibedakan menjadi 2, yang berada diatas 700m dpl digolongkan sebagai dataran tinggi dan yang berada dibawah 700m dpl sebagai dataran rendah. Hal tersebut lebih mengarah kepada klasifikasi syarat pertumbuhan tanaman yang nantinya akan ditanam, sehingga dapat disesuaikan dengan keinginan dan kebutuhan. Namun banyak jenis sayuran yang dapat ditanam di kedua wilayah tersebut, misalnya bawang daun, bayam, kangkung, kemangi, labu siam, seledri, tomat dan lain sebagainya. Spesifikasi lokasi ini juga berlaku bagi aplikasi teknologi mikro pertanian lain yang memakai jenis tanaman yang sama.

Berikut beberapa jenis tanaman yang dapat ditanam berdasar lokasinya:

Jenis Sayuran	Nama Lokal	Nama Ilmiah	Tipe Tanaman	Bagian yang Dimakan	Topografi (m dpl)	Cara Perbanyakkan
	Kecipir	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Merambat	Polong	< 900	Biji
	Labu siam	<i>Sechium edule</i>	Merambat	Buah	< 800	Setek
	Leunca	<i>Solanum nigrum</i>	Herba	Buah	< 1.300	Setek
	Melinjo	<i>Gnetum gnemon</i>	Pohon	Buah muda	< 1.200	Biji, cangkok
	Mentimun	<i>Cucumis sativus</i>	Merambat	Buah	< 1.100	Biji
	Pare	<i>Momordica charantia</i>	Merambat	Buah	< 300	Biji
	Terung	<i>Solanum melongena</i>	Perdu	Buah	< 1.200	Biji
	Tomat	<i>Solanum lycopersicum</i>	Perdu	Buah	< 1.600	Biji
Sayuran bunga	Kecombrang	<i>Nicolaia speciosa</i>	Terna merumpun	Daun, bunga	< 1.200	Biji
	Kembang tebu	<i>Saccharum edule</i>	Herba meninggi	Bunga	0-1.200	Setek
	Kembang kol	<i>Brassica oleraceae</i>	Herba	Daun, bunga	700-1.200	Biji
	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	Pohon tegak	Daun, bunga, buah muda	<1.200	Biji
Sayuran rebung	Asparagus	<i>Asparagus officinalis</i>	Terna	Rebung	50-1.500	Biji
	Jahe	<i>Zingiber officinale</i>	Terna tahunan	Rebung	< 1.200	Umbi
Sayuran umbi	Bawang putih	<i>Allium sativum</i>	Herba merumpun	Umbi	250-1.500	Biji, anakan
	Talas	<i>Colocasia esculenta</i>	Herba	Umbi	< 2.000	Umbi
Sayuran batang	Bawang daun	<i>Allium ascalonicum</i>	Herba merumpun	Batang	250-1.500	Biji, anakan
	Bawang perei	<i>Allium porrum</i>	Herba merumpun	Batang	< 2.000	Biji, anakan
	Kailan	<i>Brassica oleraceae var. aephala</i>	Herba	Batang	900-1.500	Biji
	Seledri stick	<i>Apium graveolens var. dulce</i>	Herba merumpun	Batang	800-1.500	Biji

Tabel 1. Jenis tanaman dan spesifikasinya

Sumber: "Bertanam Sayuran di Lahan Sempit", Redaksi Trubus, 2002



### 3.1.2. Aplikasi Vertikultur

Merupakan konsep memaksimalkan lahan yang sempit dengan memakai media tanam vertikal. Penggunaan teknik ini dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan baik dalam rumah, di halaman rumah, di halaman sekolah, di bantaran sungai, dan di mana saja. Bahkan dapat dimanfaatkan pada aplikasi di lahan tidur untuk pertanian kota. Vertikultur merupakan salah satu solusi pertanian masa depan, hemat lahan, menambah income, dan aman bagi lingkungan<sup>14</sup>

#### 1. Ketersediaan lahan

Vertikultur memiliki fleksibilitas dalam aplikasi pada lahan dan kawasan bangunan. Unit ini bisa diterapkan pada hampir semua ketersediaan lahan yang ada. Dari lahan sempit di sekitar bangunan, di ruang luar yang berupa lahan terbuka, sampai di dalam bangunan itu sendiri. Yang perlu disesuaikan hanya bentuk dan ukuran wadah dalam penempatan tanaman.

Dalam memilih jenis tanaman perlu diperhatikan berbagai aspek. Hal tersebut dibedakan dari jenis lahan yang tersedia. Tanaman semusim lebih baik dari jenis tanaman lainnya karena memiliki sistem perakaran serabut, sehingga tidak memerlukan ruang yang terlalu luas. Pada proses penanaman juga dipengaruhi oleh tata letak pada bangunan, iklim mikro, hubungannya dengan ketersediaan cahaya matahari dan suhu serta kelembaban.

Berikut adalah kebutuhan tanaman terhadap cahaya matahari:

<b>Intensitas cahaya matahari</b>	<b>Nama sayuran</b>
- Tinggi	Tomat, Terung
- Sedang	Bawang merah, seledri, bayam,
- Rendah mendekati gelap	selada Jahe, jamur, kecambah

<sup>14</sup> Sumber: [www.sinarharapan/vertikultur/2002.com](http://www.sinarharapan/vertikultur/2002.com)

Dari spesifikasi khusus tersebut bisa diketahui jenis tanaman apa yang paling sesuai jika diletakkan dalam bangunan atau di halaman yang terkena sinar matahari langsung. Selain itu faktor suhu juga berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman. Kisaran toleransi temperatur sangat bervariasi untuk berbagai jenis tanaman. Untuk tanaman daerah tropis, seperti semangka tidak dapat hidup dibawah temperatur 15-18°C, sedangkan tanaman biji-bijian tidak bisa hidup dibawah temperatur -2°C sampai -5°C.

Berikut contoh jenis tanaman beserta suhu idealnya:

Kisaran Temperatur	Jenis Tanaman
Temperatur rendah (7-13°C)	Kubis, selada, seledri
Temperatur sedang-tinggi (13-18°C)	Tomat, bawang merah, cabai
Temperatur tinggi (18-30°C)	Jahe, Okra

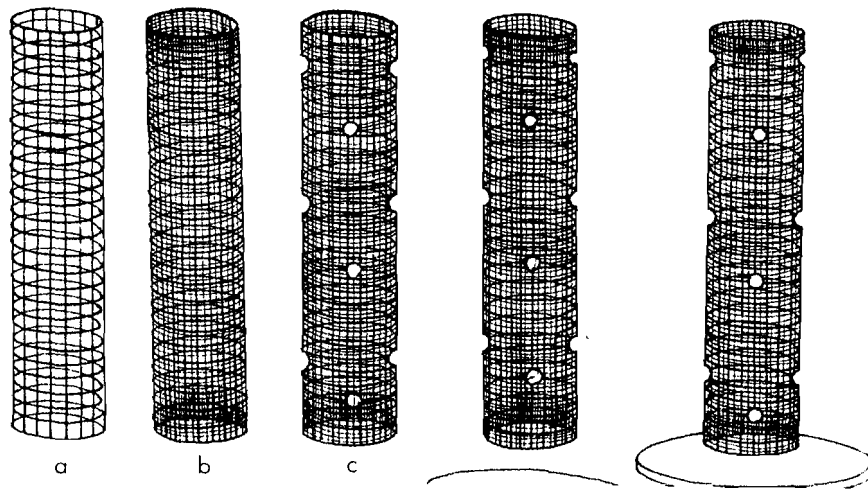
Berikut contoh dari berbagai penerapan teknik vertikultur di halaman luar:



Gambar: Teknik pertanian Vertikultur

Sumber: [www.beritaiptek.com](http://www.beritaiptek.com)

Selain jenis tanaman, yang terpenting dari teknik ini adalah media atau wadah penempatan yang tujuan utamanya adalah memanfaatkan ketersediaan lahan secara maksimal.



Gambar: Unit Vertikultur dari kawat ram

Sumber: Vertikultur, Teknik bertanam di lahan sempit, 2002



Gambar: Unit Vertikultur dari kawat ram

Sumber: Vertikultur, Teknik bertanam di lahan sempit, 2002

## 2. Pemakaian teknologi dan perawatan

Teknologi yang dipakai merupakan teknologi independen yang tidak bergantung dengan utilitas, struktur, maupun hal lain yang berkaitan dengan bangunan. Dapat memakai sistem konvensional maupun penerapan teknik modern. Seperti contoh berikut yang ditinjau dari segi media tanam, yaitu:

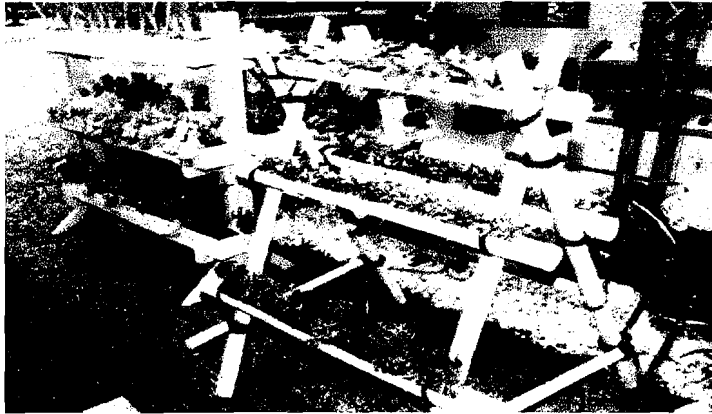
A. Model konvensional dengan media tanam tanah, media ini bisa diterapkan pada semua jenis tanaman.

B. Model yang lebih modern dengan media tanam air, ini merupakan bagian dari teknik hidroponik sederhana.

Berikut adalah kelebihan serta kekurangan media tanam sistem Vertikultur:

Media Tanam	Kelebihan	Kekurangan
Media Tanah	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mudah dalam perawatan</li><li>- Tidak perlu wadah khusus</li><li>- Praktis dan bisa dipindah-pindah</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bobot yang berat</li><li>- Berkesan lebih kotor, termasuk tanamannya</li></ul>
Media Air	<ul style="list-style-type: none"><li>- Menghasilkan populasi tanaman lebih banyak dalam lahan sempit</li><li>- Kebersihan tanaman lebih terjaga, ruangan juga menjadi lebih bersih</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Butuh perawatan khusus, media harus lebih sering diganti</li><li>- Butuh wadah khusus</li></ul>

Berbagai jenis tanaman dapat diterapkan pada sistem ini, baik tanaman sayur, buah, ataupun tanaman hias.



Gambar: Jenis tanaman hias pada unit Vertikultur

Sumber: Vertikultur, "Teknik Bertanam di Lahan Sempit"



Gambar: Jenis tanaman sayur pada unit Vertikultur

Sumber: Vertikultur, "Teknik Bertanam di Lahan Sempit"

Berikut adalah beberapa jenis tanaman yang dapat dibudidayakan secara Vertikultur<sup>15</sup>:

Tanaman semusim	Sayuran buah	Tanaman hias	Tanaman obat
Caisim	Tomat	Suplir	Kencur
Selada	Terung	Aglaonema	Kunir
Baby kalia	Cabai	Anthurium	Daun dewa
Kangkung		Melati	Lidah buaya
Pakchoy		Mawar	
Bawang daun			

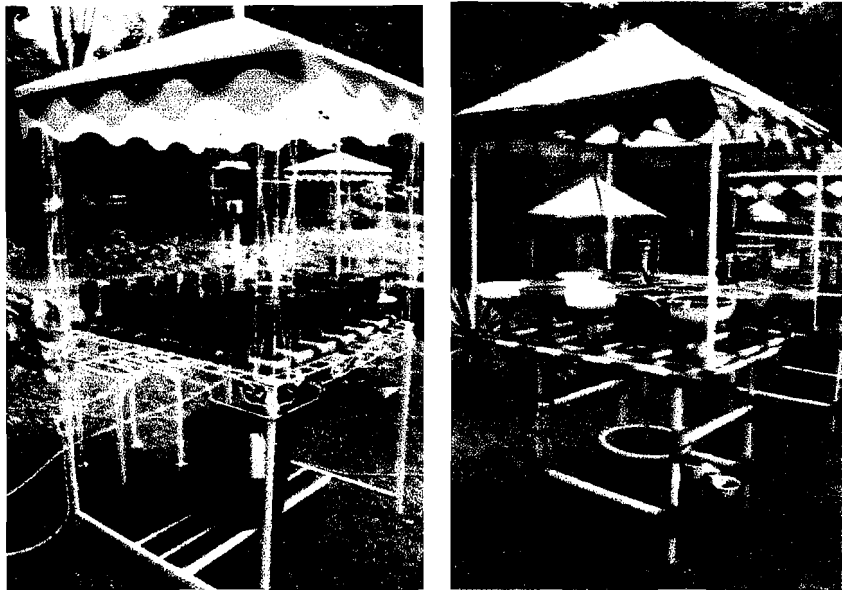
<sup>15</sup> Sumber: Vertikultur, Teknik Bertanam di Lahan Sempit, 2002

Pada penerapan teknik ini juga menunjang berbagai jenis tanaman, dari tanaman hias, buah sampai obat-obatan. Disamping itu juga dapat menunjang pola penanaman tanaman sehat, yakni dengan pemakaian pupuk organik dan limbah dapur serta pemakaian sistem pengairan modern.

Kelebihan secara umum:

- Fleksibilitas wadah sebagai media tanam yang bisa diatur sesuai keinginan. Hal tersebut dapat menambah segi estetika lahan.
- Kapasitas, bentuk, jenis tanaman dan sebagainya dapat di gabungkan dengan berbagai konsep dan teknik pertanian lainnya.
- Kapasitas lahan yang lebih maksimal dikarenakan populasi tanaman per satuan luasan jauh lebih besar. Hal ini bisa menghemat dari berbagai hal, karena sistem konvensional dengan kapasitas besar biasanya memerlukan lahan yang luas juga.
- Mengurangi biaya perawatan, mengeliminir pupuk yang terbawa air hujan, karena jumlah media tanam sudah dibatasi dan biasanya memakai wadah dengan desain khusus.
- Bangunan unit vertikultur dapat dipakai berulang kali, sehingga lebih ekonomis.
- Dapat digabungkan dengan hampir semua teknik dan sistem pertanian, mulai dari yang konvensional hingga pemakaian teknologi modern.

Berikut ini dapat dilihat teknik vertikultur yang digabungkan dengan sistem hidroponik:



Gambar: unit vertikutur –hidroponik

Sumber: Hidroponik, Redaksi Trubus, 2002

#### Kekurangan:

- Struktur unit vertikutur agak rumit dan sebagian butuh biaya awal yang cukup mahal. Desain yang bagus bukan hanya dilihat dari estetika namun juga dari fungsi yang terwadahi.
- Rawan serangan penyakit, karena kadang ada lebih dari satu jenis tanaman dan kerapatan tanaman yang tinggi dalam satu unit bangunan vertikutur.
- Waktu untuk persiapan penanaman relatif lama. Hal ini karena mempertimbangkan berbagai aspek, salah satunya pemakaian teknologi tepat guna agar setelah ditanam dapat memudahkan dalam merawat dan memanen hasilnya.

### **3.2. Bangunan Pendidikan Dasar**

Sampel lokus yang akan dipakai sebagai perbandingan dalam penerapan aplikasi TMP adalah Sekolah Dasar yang berada di Yogyakarta, yakni SD Tumbuh dan SD negeri Kentungan. Kedua Sekolah Dasar tersebut dipilih karena memiliki karakteristik yang berbeda dimana ada berbagai kategori untuk bisa melihat masing-masing spesifikasinya. Berdasar kriteria sistem pendidikan dasar, SD Tumbuh yang berada di Jl. A.M. Sangaji 48 mewakili sistem KBK murni, sedangkan SDN Kentungan yang berada di Jl. Kaliurang km 6,5 masih menerapkan sistem konvensional (semi-KBK).

#### **3.2.1. Lokus 1: SD Tumbuh**

Sekolah Dasar ini menggunakan sistem Kurikulum Nasional 2004, yakni Kurikulum Berbasis Kompetensi. Sistem ini memiliki berbagai karakteristik<sup>16</sup>, antara lain:

##### **A. Mata Pelajaran:**

- Standar, berupa mata pelajaran yang pada umumnya telah diterapkan pada sebagian besar Sekolah Dasar. Antara lain matematika, agama, bahasa Indonesia, sains, dan lain sebagainya.
- Muatan Lokal, yaitu bahasa Inggris yang dipakai sebagai bahasa pengantar kedua, pendidikan multikultur, pendidikan lingkungan hidup, musik, dan teknologi informasi & komunikasi serta komputer (integratif di kelas).

##### **B. Program tambahan:**

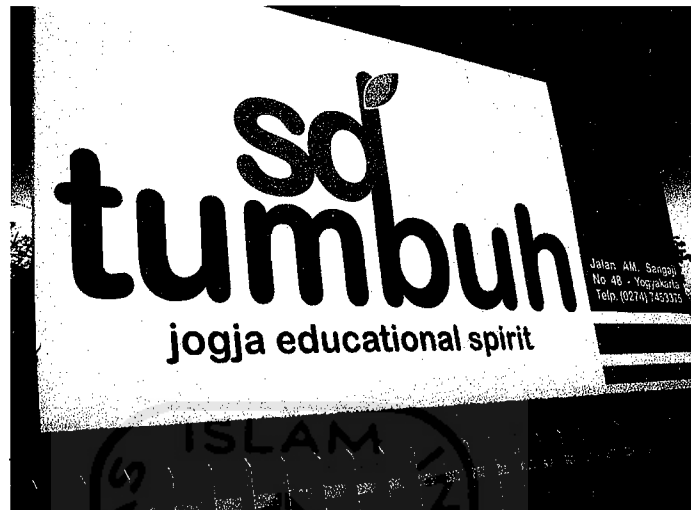
- Excursion: kunjungan ke tempat yang bisa menjadi sumber belajar anak.
- Multiage: penggabungan dengan kelompok anak dengan berbagai tingkatan umur untuk mengembangkan kemampuan peer tutoring, kerjasama, bahasa, dan lain sebagainya.

---

<sup>16</sup> Sumber: Buku Panduan Sekolah SD Tumbuh, Yogyakarta, 2005.



- Resource person: mengundang orang dengan pengetahuan dan ketrampilan spesifik untuk jadi sumber belajar bagi anak.
- Library visit: kunjungan ke perpustakaan secara rutin.



Gambar: SD Tumbuh, lokus KBK

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

Prinsip-prinsip kegiatan belajar dalam KBK memiliki spesifikasi tertentu yang nantinya akan menjadi dasar dalam pembagian zona kelas, setting kelas dan kegiatan siswa. Prinsip tersebut adalah:

- Berpusat pada anak (child centered).
- Menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang.
- Menyediakan pengalaman belajar yang beragam.
- Mengembangkan kreativitas anak.
- Belajar melalui berbuat (learning by doing). Dengan ini anak-anak diharapkan dapat selalu memiliki pengetahuan baru melalui tingkah laku dan bahkan eksperimen di lapangan.

Penerapan prinsip diatas akan diaplikasikan dalam kegiatan dengan setting kelas sebagai berikut:

1. Prinsip berpusat pada anak (child centered). Memungkinkan anak untuk aktif belajar, bergerak, berinteraksi, berdiskusi dan mengakses alat dengan mandiri sesuai dengan kebutuhannya.
2. Prinsip learning centers/ pembagian area. Area-area dimaksudkan untuk menjadi sumber belajar bagi anak yang ditata sesuai dengan apa yang dipelajari.

Dari berbagai prinsip tersebut dijadikan acuan dalam penciptaan zona/ruang kelas, yaitu:

#### 1. Zona sosial

- Carpet area: berisi karpet dan white board, digunakan untuk sesi karpet pagi dan siang.
- Role play: berisi properti bekas dengan tema khusus untuk belajar peran spesifik yang edukatif.

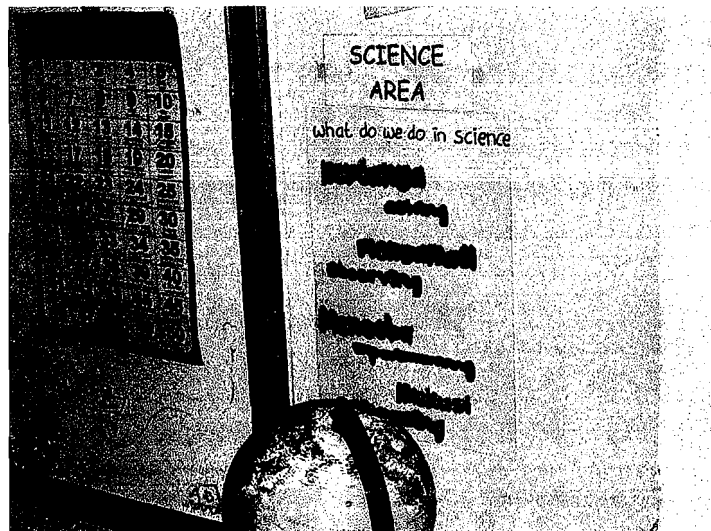


Gambar: Carpet Area, Zona Sosial

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

#### 2. Zona Creative and Discovery

- Art area: berisi kursi, meja, properti art, recycle material.
- Science area: berisi properti bekas dengan tema khusus science.



Gambar: Science Area, Zona Creative and Discovery

Sumber: Suurvey lapangan, lokasi SD Tumbuh

### 3. Zona quiet thinking

- Area membaca: berisi karpet, rak buku an buku-buku cerita
- Area konstruksi: berisi karpet, rak, mainan konstruksi
- Area menulis: berisi stationeries, computer

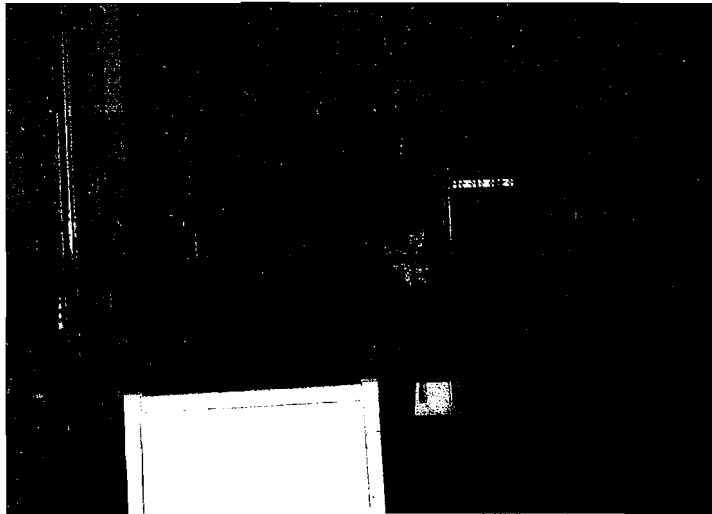


Gambar: Zona quiet thinking

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

### 4. Zona multi purpose

Berisi meja dan kursi dalam format cluster (di kelompokkan).



Gambar: Zona multi purpose

Gambat: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

Disamping ruang kelas atau disini disebut zona, tentunya juga ada ruang selain zona diatas, contohnya beberapa ruang yang tersedia adalah:

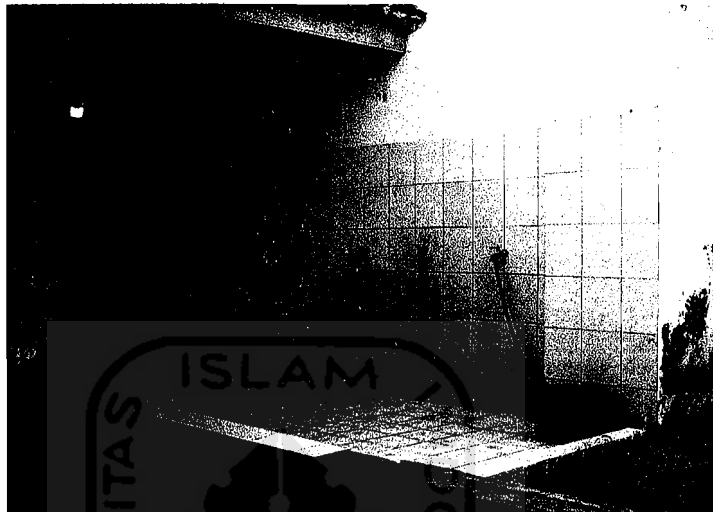
1. Ruang perpustakaan, adalah ruang dimana siswa dapat mengembangkan pola aktivitas dalam kegiatan membaca, menulis, menggambar dan sebagainya. Di ruang ini tersedia rak yang berisi buku-buku pembelajaran, dan meja serta kursi.



Gambar: Ruang perpustakaan

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

2. Ruang Mushalla, untuk siswa dan pengajar yang akan beribadah. Di tempat ini juga dapat dijadikan area belajar agama bagi siswa yang beragama Islam. Terdapat pula tempat wudhu yang di buat sesuai dengan postur tubuh anak-anak.



Gambar: tempat wudhu dan muhalla

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

Kemudian ada pula ruang luar yang dipakai sebagai sarana pendukung pembelajaran, bahkan di SD Tumbuh, ruang luar menjadi pilihan utama bagi aktivitas siswa. Siswa dapat berinteraksi dalam mendapat pelajaran dengan berada di luar kelas. Hal tersebut tentunya menunjang pola pikir siswa dalam mengembangkan kreativitasnya, disamping menghilangkan kejenuhan karena terus menerus berada di dalam ruangan. Berikut adalah beberapa contoh ruang luar dan fungsinya masing-masing:

1. Halaman utama yang berada di depan bangunan kelas, berfungsi sebagai area multi guna, sering digunakan untuk tempat interaksi dalam penyampaian materi berbagai pelajaran di luar ruang kelas.



Gambar: Halaman utama

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

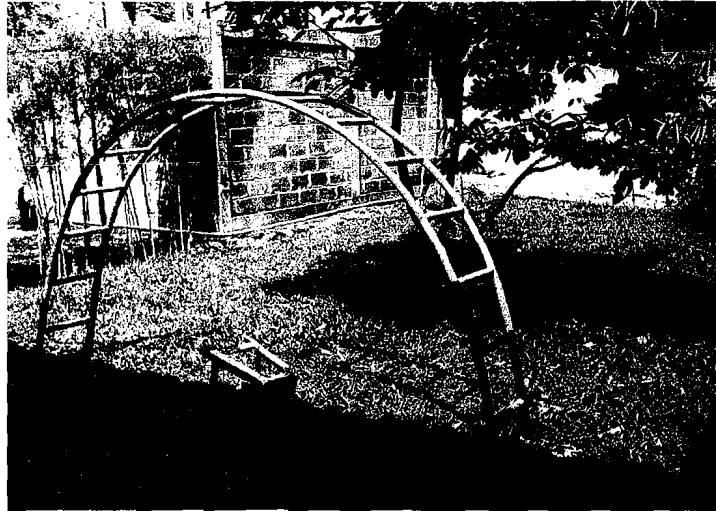
2. Halaman belakang, hampir setiap hari digunakan untuk kegiatan kelompok area (kelas) tertentu. Digunakan juga untuk kegiatan olahraga, misalnya mengajari tentang permainan basket, interaksi sosial dan lain sebagainya.



Gambar: Halaman belakang

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

3. Halaman samping, disini banyak alat yang memang dibuat dan diletakkan untuk sarana bermain sambil belajar. Dapat dilihat bahwa semua ruang luar di usahakan selalu bersanding dengan lingkungan alam.



Gambar: Halaman samping

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

4. Area Kantin, dibuat sedemikian rupa agar dapat mewedahi fungsi utama sebagai area makan sekaligus dapat menjadi tempat bersosialisasi di luar ruang kelas. Fungsi kedua tersebut juga merupakan salah satu pelajaran dalam kurikulum lokal dalam mempererat hubungan antar siswa pada tiap tingkatan kelas.



Gambar: Area Kantin

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

5. Area multiguna, di gunakan sebagai zona kreatif dimana siswa dapat mengekspresikan ketrampilan tangan mereka.



Gambar: Area multiguna

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

Pada SD ini ada pula kurikulum lokal tentang pendidikan lingkungan hidup. Hal tersebut sangat berkaitan dengan penerapan aplikasi diatas pada bangunan pendidikan dasar. SD Tumbuh ini mengusahakan diri sebagai “sekolah hijau”<sup>17</sup>, yakni berorientasi kepada pendekatan terhadap lingkungan sekitar, dengan adanya pendidikan sains dan excursion ke alam. Dalam keseharian diajarkan pula perilaku “hijau” dengan 3Rs (reduce, recycle, reuse) kepada seluruh anak didik dan stafnya. Excursion yang diartikan sebagai pembelajaran langsung (di luar kelas) inilah yang dijadikan dasar mengapa pola aplikasi teknologi mikro pertanian dapat langsung diterapkan untuk menunjang media pembelajaran agar siswa dapat bersentuhan langsung dengan alam dan lingkungan sekitar mereka.

---

<sup>17</sup> Sumber: Buku Panduan Sekolah SD Tumbuh, Yogyakarta, 2005





Gambar: "pagar hijau" di halaman depan

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD Tumbuh

### 3.2.2. Lokus 2: SD Negeri Kentungan

Sekolah ini seperti sebagian besar SD Negeri lainnya memiliki karakteristik yang bisa dikatakan sangat standar. Yakni proses pembelajaran sesuai kurikulum departemen pendidikan, namun sistem KBK masih belum diterapkan secara maksimal. Tipikal bangunan ini mewakili hampir semua bangunan SD pada umumnya. Berikut adalah beberapa ciri dari bangunan SD Negeri, terutama lokus SD Negeri Kentungan:

1. Bentuk bangunan tipikal dengan hampir semua Sekolah Dasar Negeri di Indonesia (khususnya Jawa).



Gambar: Bentuk fasad bangunan

Sumber: Survey lapangan, lokasi SDN Kentungan

2. Ruang luar yang juga berfungsi sebagai area aktivitas *outdoor* para siswa. Banyak kegiatan yang dilakukan disini, misalnya olahraga dan kegiatan ekstra kurkuler.



Gambar: Area olahraga

Sumber: Survey lapangan, lokasi SDN Kentungan

3. Halaman utama yang berada di depan ruang kelas. Area ini berada langsung berhadapan dengan pintu masuk, jadi selain sebagai tempat interaksi juga berfungsi sebagai ruang sirkulasi.



Gambar: Halaman utama

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD N Kentungan

4. Halaman depan, sebagian sudah dimanfaatkan sebagai taman atau tempat menanam penghijauan. Penataan taman disini belum maksimal, dapat dilihat dari ketidak teraturan vegetasi dan kesinambungan terhadap kawasan sekitar.



Gambar: Halaman depan

Sumber: Survey lapangan, lokasi SD N Kentungan

5. Salah satu sudut taman, kebanyakan berada di depan masing-masing kelas. Taman yang lain hanya memanfaatkan ketersediaan lahan yang terbengkalai tanpa pengolahan potensi site yang maksimal.



Gambar: Taman Kelas

Sumber: Survey lapangan, lokasi SDN Kentungan

Pada lokus SD ini merupakan representasi dari tipikal SD kebanyakan yang masih menerapkan sistem kurikulum semi-KBK. Bangunan yang ada merupakan bangunan yang dapat didesain ulang untuk ditambah fungsinya. Keterbatasan ada pada lahan yang relatif sempit dan fungsi bangunan yang sudah sesuai dengan kurikulumnya.

## BAB IV ANALISA

Analisa yang dilakukan adalah tentang kedua jenis teknologi, dalam kaitannya dengan ruang dan ketersediaan lahan pada bangunan.

Analisa data dibagi menjadi 3 bagian, yaitu

**1. Analisa data tentang Teknologi Mikro Pertanian,  
Kriteria jenis tanaman yang berkaitan dengan penempatan pada bangunan:**

Jenis Tanaman	Syarat pertumbuhan		Spesifikasi khusus
	Temperatur	Intensitas Cahaya Matahari	
A. Tanaman Semusim	Sedang	Sedang	Perlu ditanam dalam populasi yang banyak, membutuhkan lahan yang relatif luas.
B. Tanaman Buah/sayur	Rendah	Sedang-tinggi	Perawatan relatif mudah, media tanam biasa, perletakan berada di ruang terbuka
C. Tanaman Hias	Sedang	Tinggi	Sebagian besar menuntut perletakan di luar ruangan (tempat terbuka). Tanaman tertentu dapat diletakkan di dalam ruangan dalam jangka waktu lama (ex: lihat data).

D. Tanaman Obat	Tinggi	Rendah-gelap	Jika diletakkan diluar ruangan harus dibuatkan penutup, namun jangan sampai lembab.
-----------------	--------	--------------	---

#### A. Ketersediaan lahan

Untuk jenis ruang dibedakan menjadi 2 dalam kaitannya dengan intensitas cahaya matahari yang didapat:

1. **Ruang dalam**, dengan spesifikasi intensitas perolehan sinar matahari yang rendah-cenderung gelap maka yang cocok adalah tanaman obat, dan tanaman semusim. Untuk tanaman hias dapat diletakkan di dalam ruangan namun hanya jenis tertentu, dan itu juga memerlukan perawatan khusus.
2. **Ruang luar**, intensitas cahaya matahari yang didapat cenderung tinggi maka hampir semua tanaman hias, dan tanaman buah serta sayur akan cocok bila ditanam disini.

Berikut adalah spesifikasi jenis aplikasi TMP:

Jenis Aplikasi	Intensitas matahari	Ketersediaan lahan	Faktor lain
Rooftop Garden	Cenderung tinggi	Menyesuaikan atap, fleksibilitas tergantung luas lahan horizontal di atap	Yang perlu diperhatikan adalah faktor hujan, angin, dan gangguan hama.
Vertikultur	Variatif, dari rendah (di dalam ruang) sampai tinggi	Fleksibel pada semua ruang. Hanya menyesuaikan	Faktor kelembaban harus diperhatikan jika

	(luar ruang)	volume wadahnya.	unit	diletakkan di dalam ruangan.
--	--------------	---------------------	------	------------------------------------

Dari tabel diatas dapat di tentukan jenis tanaman dan ruang yang cocok untuk aplikasi masing-masing TMP:

1. Rooftop Garden, karena berada di atas atap dengan intensitas cahaya tinggi maka sebaiknya ditanam tanaman hias, buah atau sayur. Tanaman dengan syarat cahaya rendah dapat juga ditanam namun harus membuat pelindung.
2. Vertikultur, semua jenis tanaman dapat diaplikasikan asal memenuhi syarat ketersediaan lahan. Misalnya tanaman obat di dalam ruangan dan sayuran di luar ruangan.

#### B. Pemanfaatan teknologi

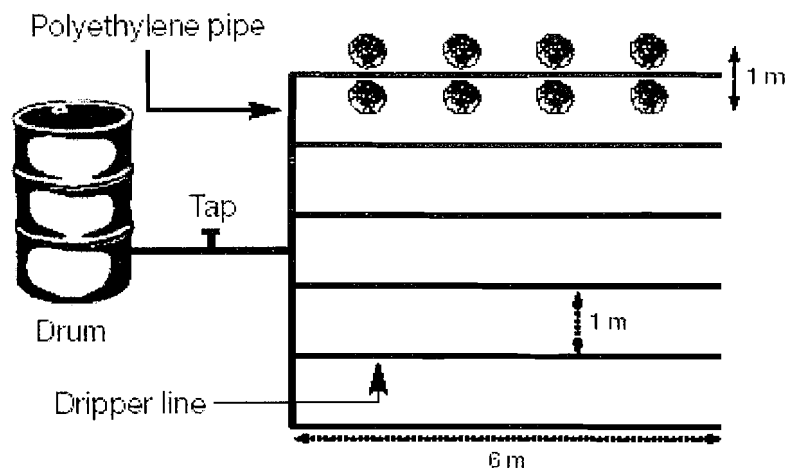
Terdapat berbagai macam teknologi dan aplikasi peralatan khusus dalam hubungan dengan spesifikasi teknis Rooftop Garden, antara lain:

- Perlindungan dari bahaya serangga dan burung karena berada di atap bangunan dapat menggunakan jaring nylon (added equipment).



Gambar: Perlindungan tanaman di atap menggunakan jaring nilon  
Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (Urban Vegetable in Philippines)

- Luas lahan yang terbatas harus memperhatikan pola penanaman dan perletakan tanaman serta sistem irigasinya.



Gambar: pola perletakan dan sistem irigasi tanaman

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (Micro Irrigation in South Africa)

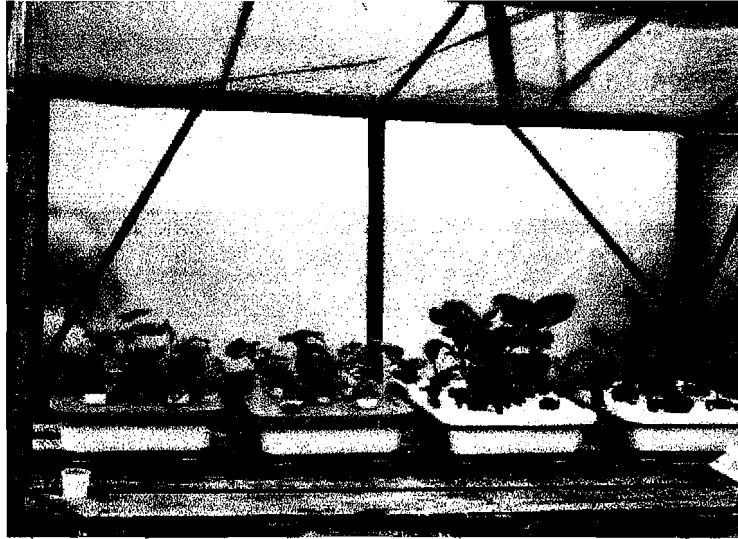
- Untuk mengontrol intensitas cahaya matahari dapat digunakan teknologi “Rumah Kaca”. Bisa memakai aplikasi teknologi canggih yang juga memperhatikan suhu, kelembaban dan perawatan khusus, namun juga dapat memakai teknologi sederhana. Pemakaian penutup semi permanen dari plastik gelap dapat dipakai untuk mengurangi cahaya dan juga melindungi tanaman tertentu dari air hujan.



Gambar: Rooftop Garden terintegrasi yang memakai teknologi “Rumah Kaca”

Sumber: [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (Hydroponics in Latin America)





Gambar: Rooftop yang merupakan fungsi tambahan

Sumber: [www.hidroponik-sabah.org](http://www.hidroponik-sabah.org)

Untuk aplikasi Rooftop Garden yang terintegrasi dengan struktur bangunan dapat memakai teknik "Rumah Kaca"<sup>18</sup>, karena akan lebih mudah dalam memilih pola penanaman dan jenis tanaman, tentunya tanaman akan berkembang secara maksimal. Sedangkan yang berupa fungsi tambahan sebaiknya memakai penutup sederhana agar mudah jika akan mengubah pola tanam. Disamping itu juga menyesuaikan dengan bentuk atap dan kekuatan struktur bangunan.

---

<sup>18</sup> Dapat dilihat pada [www.ruaf.org](http://www.ruaf.org) (hidroponics in Latin America)

### Spesifikasi media tanam pada aplikasi Rooftop Garden:

Media penempatan	Spesifikasi	Kelebihan	Kekurangan
Batu bata (brick bed)	permanen	Awet, tahan cuaca	Struktur khusus, beban berat.
Kotak kayu (wooden box)	Semi permanen	Mudah menyesuaikan ukuran, biaya cukup murah	Tidak tahan cuaca
Wadah plastik (plastic container)	Khusus, ukuran tertentu dan dibuat berdasar pesanan	Praktis dapat dipindah-pindah	Wadah pabrikan, kadang biaya lebih mahal

Dari tabel diatas dapat pola kecocokan dalam aplikasi Rooftop Garden yang berhubungan dengan pola integrasi pada bangunan dengan media penempatan tanaman, apakah wadah diatas lebih bagus untuk yang menyatu dengan struktur (integrated) atau sistem tambahan (added):

- Batu bata akan lebih cocok bila dipakai dalam system fixed, yang menyatu dengan struktur, karena pertimbangan beban struktur dan sifatnya yang permanen. Lebih bagus lagi bila perancangan sudah dilakukan sejak awal sehingga pola penempatan dan estimasi struktur bisa diukur.
- Pemakaian kotak kayu bisa lebih fleksibel, namun bebannya juga relatif berat apabila tidak memperhatikan desainnya. Cocok untuk ditempatkan dengan jenis integrasi apapun, baik itu *fixed* ataupun *added*. Dalam pemakaiannya dapat menekan biaya karena relatif murah. Namun perlu diperhatikan dalam perletakkannya. Karena sifat kayu yang kurang tahan cuaca, sebaiknya dipakai untuk jenis tanaman yang memerlukan perawatan pelindung cuaca.

- Wadah plastik akan lebih cocok untuk dipakai pada sistem tambahan (added). Kita bisa mengubah pola tanam, dan juga dapat “disisipkan” pada area yang sempit sekalipun. Beban yang ringan tidak akan mempengaruhi struktur bangunan itu sendiri.

**Spesifikasi media tanam pada aplikasi vertikultur:**

<b>Media penempatan</b>	<b>Spesifikasi</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>
Bambu	Semi permanen, bambu diameter besar	Harga ekonomis, penempatan fleksibel	Kurang awet, tanaman menyesuaikan wadah karena ukuran terbatas
Pipa PVC	Semi permanen, pipa diameter besar	Mudah dibuat, awet, model variatif dan menarik	Volume terutama panjang wadah terbatas
Pot tanah liat	Pot biasa, model dan kapasitas menyesuaikan	Praktis karena tinggal beli jadi	Model display biasanya kurang menarik, mahal jika harus pesan bentuk khusus
Pot dari kawat	Terbuat dari kawat ram, bahan dan desain khusus	Model sesuai keinginan	Butuh kreativitas lebih, hasil berkesan kotor atau kurang rapi

Masing-masing media penempatan memiliki keunggulan tersendiri, dan ini bisa dihubungkan dengan penggunaan yang paling sesuai pada bangunan atau penempatan pada ruang dalam dan ruang luar:

- **Bambu**, kesan artistik yang ditimbulkan bisa menambah daya tarik tersendiri. Harga yang murah dan bisa didapat dimana saja juga menjadi kelebihan. Penempatan dapat disesuaikan dengan bentuk unit yang dibuat, bisa diletakkan di dalam ruangan, atau digantung sebagai penghias fasad bangunan di luar ruangan. Lebih cocok bila ditempatkan di dalam bangunan, atau yang terhindar dari cuaca luar secara langsung agar unit ini lebih awet.
- **Pipa PVC**, hampir sama seperti bambu namun lebih cocok diletakkan di luar ruangan. Sifatnya yang awet dan tahan terhadap cuaca mendukung fungsinya di luar ruang. Dapat disusun bertingkat di taman luar, atau misalnya digantung di balkon.
- **Pot tanah liat**, lebih cocok diatur penempatannya di luar ruangan. Kecuali untuk pot dengan desain menarik bisa diletakkan di dalam ruang untuk menambah kesan visual. Namun alasan utama untuk diletakkan diluar adalah karena biasanya tanaman yang ditanam dalam pot tanah liat merupakan tanaman produksi (bukan tanaman hias) atau tanaman yang besar sehingga dapat menyita tempat di ruang dalam bangunan. Dan juga kurang praktis bila dalam perawatan kita harus memindahkan dari dalam ke luar untuk mendapat sinar matahari.
- **Pot dari kawat ram (atau sejenisnya)**, akan sangat bagus diletakkan diluar ruangan. Display yang dapat dibuat menjadi sesuai keinginan dan menyesuaikan jenis tanaman. Kurang cocok jika diletakkan di dalam ruangan, karena dalam perawatan akan dapat mengotori ruangan.

**2. Analisa data tentang karakteristik bangunan pendidikan (pada kedua lokus).**

Berikut adalah karakteristik yang terdapat pada kedua lokus tersebut:

<b>Karakteristik</b>	<b>SD Tumbuh</b>	<b>SDN Kentungan</b>
• Jenis Kurikulum	KBK Murni, disesuaikan dengan keadaan dan kemampuan daerah	Kombinasi, belum menerapkan sistem KBK secara keseluruhan.
• Waktu Pembelajaran	Half day (07.00-13.00)	Half day (07.00-13.00)
• Bangunan dan lahan	Pemanfaatan bangunan eksisting, ruang luar yang tersedia cukup luas.	Tipikal SD negeri, luas ruang luar standar.
• Mata pelajaran	Standar dan muatan lokal	Standar dan muatan lokal

Berikut adalah kriteria sistem pendidikan dasar dan karakteristiknya:

<b>Pendidikan Dasar</b>	<b>KBK murni</b>	<b>Konvensional (semi-KBK)</b>
• Sistem Kurikulum	Mendukung sistem kegiatan belajar-mengajar yang bersifat terbuka (interaktif).	Kurang fleksibel dalam penerapan sistem pembelajaran di luar kelas (praktek lapangan).
• Aktivitas	Banyak praktek	Lebih fokus pada

	lapangan yang bisa dilakukan di luar kelas, tentang alam dan pertanian. Bersifat dua arah, siswa bisa lebih aktif. (student centered)	pembelajaran di dalam kelas, siswa cenderung pasif. (class centered)
• Kurikulum Lokal	Menyesuaikan kebutuhan siswa, bahkan ada yang menerapkan berorientasi pada interaksi terhadap alam	Didasarkan pada standar pembelajaran yang sudah ada.
• Bangunan	Modern, bentuk atraktif, berorientasi pada perkembangan jaman.	Sederhana, kurang menarik (rata-rata sama/ tipikal pada hampir semua daerah).
• Organisasi Ruang	Terdapat banyak ruang khusus sebagai tambahan fungsi kegiatan. Bisa mewadahi kegiatan interaksi siswa terhadap pelajaran.	Ruang kelas dan ruang standar lain (tipikal bangunan SD Negeri).

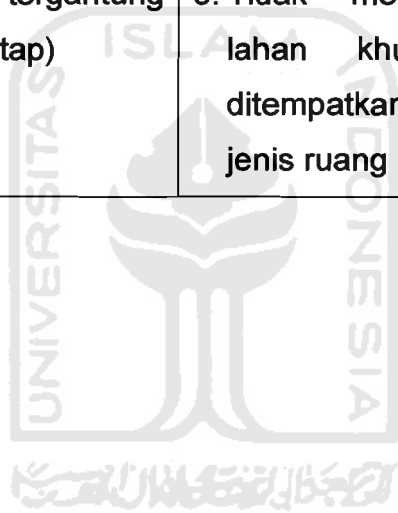
Dari karakteristik kedua lokus, untuk selanjutnya SD Tumbuh akan menjadi representasi dari sistem KBK murni dan SD N Kentungan mewakili sistem konvensional (semi KBK).

Dibawah ini adalah bangunan SD dilihat dari jenis ruang:

Bangunan dan ruang	SD Tumbuh	SDN Kentungan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruang dalam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terdapat ruang kelas (area kelas).</li> <li>Area bermain di dalam bangunan</li> <li>Ruang guru, perpustakaan dan ruang standar lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruang kelas standar</li> <li>Ruang guru, karyawan dan ruang standar lainnya</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruang luar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Area penghijauan untuk taman yang luas</li> <li>Area bermain di luar kelas</li> <li>Ruang luar yang luas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taman yang relatif kecil, penghijauan hanya sedikit</li> <li>Soft area hanya berupa tanaman yang kurang teratur</li> <li>Ruang luar yang terbatas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bentuk bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolonial, penataan ruang menarik, 1 lantai</li> <li>Atap limasan</li> <li>Bangunan merupakan <i>heritage</i>, Keterbatasan renovasi pada bentuk luar bangunan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipikal SD, 2 lantai pada ruang guru.</li> <li>Atap limasan.</li> <li>Bangunan bebas di renovasi</li> </ul>

3. Analisa integrasi dari kedua bidang diatas untuk menghasilkan konsep aplikasi penerapan Teknologi Mikro Pertanian pada lokus bangunan pendidikan.

Rooftop Garden	Vertikultur
1. Pemanfaatan atap bangunan sebagai tempat perletakan media tumbuh tanaman 2. Sangat tergantung pada bentuk dan fungsi (atap) bangunan 3. Lay-out penanaman tergantung ketersediaan lahan (atap)	1. Merupakan "unit" terpisah yang berdiri sendiri (independen) 2. Dapat menyesuaikan pada hampir semua jenis dan bentuk bangunan 3. Tidak menuntut ketersediaan lahan khusus/ luas, dapat ditempatkan pada hampir semua jenis ruang





Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari sistem aplikasi Rooftop Garden yang berhubungan dengan struktur bangunan:

Sistem Penempatan	Kelebihan	Kekurangan
1. Terintegrasi dengan Struktur (fixed)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beban struktur sudah diestimasi sehingga pemanfaatan lebih terukur sesuai kebutuhan serta bisa maksimal.</li> <li>• Dalam kapasitas besar bahkan bisa menghasilkan banyak keuntungan nominal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya pembangunan yang cenderung mahal</li> <li>• Pola taman dan jenis tanaman kurang bisa bervariasi karena sudah ditentukan sejak awal</li> </ul>
2. Sebagai fungsi tambahan (added)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lay-out taman yang fleksibel, menyesuaikan karakteristik tiap bangunan</li> <li>• Dapat memakai media tanam apa saja, wadah bervariasi dan jenis tanaman bebas.</li> <li>• Biaya yang lebih murah karena menyesuaikan tempat yang sudah ada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harus lebih memperhatikan beban taman dan jenis media tanam dalam kaitannya dengan estimasi kapasitas maksimal atap dan kekuatan struktur.</li> <li>• Tidak semua bangunan dapat menerapkan sistem ini, kadang berkaitan dengan bentuk, luasan, ataupun biaya.</li> </ul>

**Kriteria kecocokan aplikasi Teknologi Mikro Pertanian (TMP) pada perancangan bangunan:**

Bangunan dan jenis Aplikasi TMP	Bangunan Eksisting	Perancangan Baru
<b>Rooftop Garden</b>	<p>Cocok untuk teknik <i>semi-integrated</i>, dengan syarat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersedia atap dak datar (kemiringan minimum)</li> <li>• Butuh renovasi ringan</li> <li>• Pemakaian wadah dan media tambahan</li> </ul>	<p>Lebih menguntungkan untuk teknik <i>full-integrated</i>, syarat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudah untuk mengatur pola tanam dan jenis tanaman</li> <li>• Estimasi beban tambahan lebih terukur</li> <li>• Estimasi biaya dan teknologi terapan</li> </ul>
<b>Vertikultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocok, wadah dan media menyesuaikan ketersediaan lahan</li> <li>• Hanya membutuhkan sedikit ketersediaan lahan (renovasi ringan)</li> <li>• Keterbatasan fleksibilitas dalam penyesuaian dengan bangunan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih fleksibel pada sisi pengaturan layout unit dan media tanam</li> <li>• Jenis tanaman dan unit wadah tanam dapat menyesuaikan dengan bangunan</li> </ul>

**Spesifikasi dari aplikasi Teknologi Mikro Pertanian (TMP):**

No	Jenis Aplikasi	Tata guna lahan		Bangunan		Teknologi dan perawatan	
		Ruang dalam	Ruang luar	Aktivitas	Fungsi	Operasional	Konstruksi
1	<b>Rooftop Garden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memaksimalkan ruang luar, dengan tempat spesifik yakni pemakaian atap</li> <li>- Harus ada atap dak sebagai media perletakan wadah dan tanaman.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat digunakan sebagai tempat praktek siswa untuk mengenal alam</li> <li>- Fungsi penunjang dapat menambah kesan visual, mempengaruhi iklim mikro, dan dapat menghasilkan tanaman pangan (buah, sayur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perawatan dan pembangunan relatif mahal, memerlukan awal yang terencana</li> <li>- Memerlukan struktur khusus.</li> </ul>			
2	<b>Vertikultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fleksibel dalam pemanfaatan ruang</li> <li>- Penempatan di dalam maupun di luar hanya menyesuaikan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bisa sebagai sarana praktek siswa di dalam maupun diluar kelas</li> <li>- Menambah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perawatan relatif mudah, bahkan bisa diajarkan dan dikerjakan dari awal bersama siswa-siswa</li> <li>- Wadah khusus namun sederhana.</li> </ul>			

		bentuk dari unit (wadah) tumbuh tanaman.	kreativitas siswa dalam menciptakan unit yang beraneka ragam (sebagai pembelajaran), disamping manfaat umum dari hasil sendiri	Pada beberapa contoh tidak memerlukan konstruksi yang sulit dan mahal
--	--	--	--	---

Jenis Aplikasi TMP	SD Tumbuh	SDN Kentungan
Rooftop Garden	<p>Bisa diterapkan, dengan syarat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangunan merupakan <i>heritage</i>, jadi tidak leluasa mengubah bentuk atap (function follow form).</li> <li>• Bisa diterapkan dengan prinsip <i>added</i>, jadi hanya sebagian yang direnovasi dengan menyesuaikan bentuk bangunan</li> </ul>	<p>Tepat untuk diterapkan, karena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangunan bisa dirubah menjadi bentuk yang sesuai untuk aplikasi ini.</li> <li>• Sebagian bangunan ada yang 2 lantai (mushalla). Ini tentunya menunjang kegiatan dengan "level bertingkat" karena keterbatasan lahan.</li> </ul>

	eksisting	
Vertikultur	<p>Cocok, dengan kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Didalam bangunan dapat diterapkan, Karena kurikulum dan aktivitas yang mendukung. Selain itu fungsi ruang yang ada, misalnya area bermain dan peralihan sangat mungkin untuk ditambah fungsi ini.</li> <li>• Di luar bangunan akan lebih leluasa, karena lahan yang tersedia sangat luas. Sesuai dengan prinsip sebagai "sekolah hijau" dapat menerapkan berbagai jenis dan model unit vertikultur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak cocok untuk penempatan didalam bangunan, karena aktivitas dan kurikulum yang tidak mendukung. Bila deletakkan di dalam ruangan sifatnya harus pada ruang khusus dan tidak bisa "disisipkan"</li> <li>• Sangat cocok untuk diletakan di luar ruang. Karena ketersediaan lahan di SD ini seperti prinsip dasar vertikultur yaitu sebagai solusi bertanam di lahan sempit.</li> </ul>

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan di uraikan hasil analisa yang merupakan integrasi antara Teknologi Mikro Pertanian dengan kedua contoh lokus. Mencari kesesuaian dan pola kecocokan antara ketersediaan lahan dan aplikasi teknologi yang dipakai dalam Teknologi Mikro tersebut dengan bangunan pendidikan di Yogyakarta.

Berdasarkan hasil analisis dari kedua sampel lokus SD terdapat berbagai permasalahan yang ada. Permasalahan tersebut antara lain adalah tentang karakter pendidikan dasar seperti apa yang bisa berintegrasi dengan Teknologi Mikro Pertanian dan spesifikasi Teknologi Mikro Pertanian yang sesuai dengan penerapan pada bangunan pendidikan dasar.

#### **5.1.1. Karakter pendidikan dasar**

Terdapat berbagai karakter pendidikan dasar yang dapat berintegrasi dengan aplikasi TMP berdasar aspek tertentu, yakni kurikulum yang berhubungan dengan aktivitas dan ketersediaan lahan (ruang dalam dan luar).

##### **1. Kurikulum**

Kurikulum Berbasis Kompetensi adalah sistem yang mendukung pola pembelajaran aktif. Dimana siswa dapat mengembangkan pola pikir, kreasi dan inovasi dalam menerapkan ilmu di sekolah. Dengan sistem kurikulum ini berbagai kegiatan dapat dilaksanakan secara interaktif baik di dalam maupun di luar kelas.

Maka dari itu kurikulum ini mendukung aktivitas para siswa dalam melakukan praktek-praktek (*active learning*). Dengan pola aktivitas yang diwadahi kurikulum ini, para siswa dapat belajar tentang alam, lingkungan, dan terutama pertanian dari penerapan Teknologi Mikro Pertanian di sekolah mereka.

## **2. Ketersediaan lahan**

Karakter sekolah yang dapat diintegrasikan dengan TMP adalah yang memiliki ruang dalam dan ruang luar dengan spesifikasi tertentu, antara lain:

- Ruang dalam termasuk kelas, kantor, dan yang lainnya harus memiliki syarat yang mencukupi bagi penerapan TMP. Misalnya jendela yang mempengaruhi pencahayaan. Hal ini berpengaruh pada jenis tanaman yang ditempatkan di dalam ruang. Selain itu juga harus diperhatikan faktor suhu dan kelembaban serta lay-out perletakan tanaman dan unit wadahnya agar tidak mengganggu kegiatan yang lain.
- Ruang luar yang tersedia juga hampir sama dalam pemanfaatan fungsi dengan ruang dalam. Intinya pemanfaatan ruang yang ada berorientasi pada pola dan jenis aktivitas yang diwadahi.

### **5.1.2. Spesifikasi Teknologi Mikro Pertanian yang sesuai bagi bangunan pendidikan dasar**

Spesifikasi dari karakter aplikasi Rooftop Garden dan aplikasi Vertikultur akan dilihat dari beberapa aspek yaitu dari ketersediaan lahan dan pemakaian teknologi serta sistem pengelolaan Teknologi Mikro Pertanian pada bangunan pendidikan dasar.

#### **1. Aplikasi Rooftop Garden**

Rooftop Garden dapat diterapkan pada bangunan pendidikan dasar berdasar beberapa aspek pertimbangan, antara lain bentuk bangunan dan kawasan yang berkaitan dengan ketersediaan lahan serta penerapan teknologi pada bangunan, baik bangunan eksisting maupun bangunan baru.

Pada aplikasi ini harus diperhatikan fungsi atap yang berkaitan dengan struktur, bentuk, sistem utilitas dan teknologi TMP yang diterapkan. Bangunan pendidikan yang akan diintegrasikan harus memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Struktur penyangga atap yang kuat dan spesifikasi atap khusus. Misalnya harus memperhatikan lapisan penahan air agar atap tidak rembes, struktur unit penangkal hama dan wadah serta kapasitas tanaman. Termasuk juga perlu diperhitungkan aktivitas dari siswa yang akan menambah beban struktur.
- Bentuk dari atap yang merupakan lahan utama, berpengaruh pada penampilan bangunan dan juga fungsi yang nantinya akan diwadahi. Bentuk atap yang variatif atau di gabung dengan bentuk konvensional tentu berpengaruh pada kenyamanan para pengguna ruang di bawahnya, pola lay-out tanaman dan faktor keamanan anak-anak yang berada di atas atap.
- Utilitas yang diperhatikan adalah sistem utilitas atap itu sendiri, misalnya sistem drainase dan sistem utilitas dari unit TMP. Spesifikasi atap dengan kemiringan tertentu untuk menyalurkan air hujan, kemudian sistem penyiraman tanaman otomatis dan saluran pembuangan limbah harus diperhatikan secara seksama. Dari sistem utilitas ini para siswa juga dapat belajar, misalnya tentang teknologi penyiraman otomatis akan dapat menarik minat untuk lebih tahu tentang teknologi. Saluran limbah juga mengajarkan tentang kebersihan dan bagaimana merawat lingkungan.

## **2. Aplikasi Vertikultur**

Vertikultur adalah pemanfaatan lahan baik di dalam ruangan ataupun di ruang luar, bagi aplikasi budi daya tanaman secara bertingkat. Aplikasi ini dapat diterapkan pada hampir semua bangunan pendidikan karena tidak membutuhkan ruang yang relatif luas.

Pada ruang dalam, misalnya kelas dapat dibuat unit vertikultur yang digantung agar tidak menambah kesesakan ruang. Pemanfaatan seperti ini juga dapat mempengaruhi kondisi thermal sehingga pada siang hari bisa mengurangi panas dan ini berarti mengurangi pemakaian energi listrik. Untuk di dalam kelas dapat diletakkan tanaman yang butuh intensitas cahaya rendah sehingga tidak menyulitkan dalam merawatnya.



Teknik hidroponik juga dapat dipakai pada vertikultur, yakni memakai media air. Pemakaian media tumbuh air ini selain mudah juga dapat menjaga kebersihan kelas karena tidak ada tanah dan pupuk yang tercecer.

Untuk ruang luar dapat dibuat unit vertikultur yang dapat memiliki berbagai keuntungan. Karena lahan relatif luas, maka dapat dihasilkan tanaman dalam skala produksi. Selain itu juga dapat menambah kesan visual, mengurangi kebisingan, dan menciptakan dampak psikologis yang positif bagi para siswa dalam belajar terutama praktek di lapangan. Bahkan dengan unit tertentu dapat melibatkan kreativitas siswa dalam ikut membuat wadah dan pengelolaannya.



Gambar: unit vertikultur dengan teknik hidroponik

Sumber: Hidroponik sederhana penyejuk ruang, redaksi Trubus, 2002

Gambar diatas adalah contoh hasil kretivitas yang sederhana, tidak memiliki kesulitan tinggi dan tidak memerlukan biaya yang besar. Hal seperti ini dapat dijadikan contoh bagi pembelajaran siswa dalam menerapkan aplikasi Teknologi Mikro Pertanian di sekolah dasar.

## Bab VI

### Kesimpulan dan Guideline Perancangan

Dari hasil analisa data, penerapan pada sampel lokus dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Sistem pendidikan dasar sangat sesuai untuk diintegrasikan dengan penerapan aplikasi Teknologi Mikro Pertanian. Hal itu disebabkan karena pada level pendidikan tingkat dasar ini anak-anak (siswa) dapat diajarkan dengan mudah tentang bagaimana memelihara alam dan lingkungan dengan *active learning*<sup>19</sup>.
2. Sistem Kurikulum yang paling mendukung *active learning* tersebut adalah Sistem Kurikulum Berbasis Kompetensi. Karena pada sistem ini memiliki beragam spesifikasi yang tergolong modern, dimana siswa dapat berkesempatan untuk mendapat lebih banyak ilmu pengetahuan terutama dari praktek lapangan dan interaksi langsung dengan obyek pembelajaran.
3. Aplikasi Rooftop Garden dan Vertikultur dapat diterapkan pada bangunan pendidikan dimana masing-masing spesifikasi disesuaikan dengan kondisi bangunan, apakah berupa fungsi tambahan atau membangun dari awal.
4. Hal utama dalam penerapan aplikasi Rooftop Garden dan Vertikultur adalah memperhatikan ketersediaan lahan dan pemanfaatan teknologi yang akan dipakai. Bisa memakai teknologi modern dengan otomatisasi, atau penerapan teknologi sederhana dengan memanfaatkan kreativitas siswa di sekolah.
5. Banyak hal yang bisa didapat dari integrasi ini, antara lain ilmu pengetahuan bagi siswa, menghasilkan produksi tanaman skala mikro, mempengaruhi visualisasi bangunan dan yang paling penting adalah sebagai contoh solusi teknis tata guna lahan terutama di kawasan perkotaan.

---

<sup>19</sup> Active learning diartikan sebagai pembelajaran aktif, dimana siswa dapat berinteraksi secara langsung dengan apa yang dipelajarinya. Sumber: Buku Panduan Sekolah SD Tumbuh, Yogyakarta, 2005.

Dari kesimpulan akan dijabarkan menjadi guideline perancangan bagi penciptaan contoh konsep penerapan aplikasi Teknologi Mikro Pertanian yakni Rooftop Garden dan Vertikultur dalam bangunan pendidikan dasar.

#### 1. Aspek Fungsi

Dalam merancang yang harus diperhatikan adalah fungsi eksisting bangunan dan fungsi yang akan ditambahkan (untuk redesain bangunan). Sedangkan untuk bangunan yang akan didesain sejak awal, tentunya fungsi sekunder harus tidak mengurangi kualitas fungsi bangunan yang utama.

Integrasi Rooftop Garden dan Vertikultur pada pendidikan dasar harus bisa menambah nilai bangunan, yakni sebagai tempat untuk beraktivitas dalam belajar dan tentunya bisa menjadi media pembelajaran bagi orang-orang yang memakai bangunan tersebut.

#### 2. Struktur

Struktur dibedakan menjadi 2, yakni untuk bangunan yang akan di redesain dan bangunan yang di rancang sejak awal. Berikut adalah masing-masing penjabarannya:

- a. Bangunan redesain; Kolom sebagai struktur utama merupakan unsure yang paling krusial. Dalam hal ini bisa mengubah dimensi kolom menjadi lebih besar, atau menggunakan kolom tambahan yang disandingkan dengan kolom utama. Kolom tambahan ini lebih baik memiliki struktur independen agar tidak mengubah kekuatan struktur asli.
- b. Bangunan dengan desain baru; Disamping kolom yang tentunya sudah diperhitungkan, ada juga beban atap yang harus dipikirkan. Dalam perancangan baru kita bisa lebih leluasa menentukan luas dan struktur atap karena biasanya lay-out penanaman sudah diperhitungkan sebelumnya.

### 3. Tata ruang

Dalam prinsip tata ruang bangunan, integrasi ini akan bisa mendukung fungsi utama dari masing-masing ruang. Bisa menjadi suatu penanda ruangan, atau bahkan bagian dari sirkulasi ruang.

### 4. Utilitas

Untuk sistem utilitas ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Untuk Rooftop Garden pada bangunan yang sudah berdiri, sebaiknya sebisa mungkin memanfaatkan instalasi yang sudah ada, namun jika tidak bisa lebih baik memakai sistem utilitas luar (independen).
- Sedangkan untuk Vertikultur akan lebih baik jika sistem utilitas hanya melingkupi unit ini, dan tidak menjadi satu dengan bangunan. Hal tersebut disebabkan karena Vertikultur memiliki sifat yang fleksibel dan bisa dipindah-pindah. Nantinya bila akan mengubah unit ini diharapkan tidak merusak sistem utilitas bangunan.
- Utilitas dalam Teknologi Mikro Pertanian meliputi; sistem pengairan, sistem pembuangan (air kotor dan kotoran), sistem drainase, dan sistem otomatisasi.

### 5. Estetika

Dari segi estetika tentunya diharapkan akan dapat memberi warna lain pada bangunan. Tentunya akan memberi keteduhan dan mendapat kesan "soft", terutama bila berada di kawasan perkotaan. Lay-out dan pola penanaman akan bisa memberi banyak keuntungan, dan dari segi keindahan akan berpengaruh juga terhadap dampak psikologis para siswa dan kegiatan belajar mengajar.

Untuk kesesuaian aplikasi lokus dapat dilihat pada masing-masing karakteristiknya, yaitu:

<b>Karakteristik</b>	<b>SD Tumbuh</b>	<b>SD N Kentungan</b>
Sistem Kurikulum	KBK, sangat mendukung aktivitas integrasi pola dalam	Semi-KBK, tidak akan diperoleh manfaat secara maksimal dari segi aktivitas
Bangunan	Heritage, sangat terbatas mengeksplorasi bentuk dan fasad bangunan dalam	Bangunan bebas untuk dirubah
Ketersediaan Lahan	Lahan relatif luas, aplikasi integrasi bisa maksimal	Lahan sempit, keterbatasan dalam mengaplikasikan kedua TMP

Pada karakteristik diatas dapat ditarik kesimpulan untuk melihat kesesuaian penerapan TMP di tiap-tiap lokus, yakni:

#### **1. Penerapan pada SD Tumbuh,**

Pada dasarnya integrasi ini di dasarkan pada sistem Kurikulum Berbasis Kompetensi, sehingga sangat cocok untuk diterapkan di lokus ini. Dengan sistem KBK maka aktivitas belajar-mengajar memiliki nilai tambah tersendiri, karena siswa dapat melakukan praktek langsung dalam mengenal alam dan berbagai pelajaran yang dapat dikaitkan dengan pembelajaran sistem TMP. Keterbatasan yang ada hanyalah bangunan ini merupakan kawasan heritage, sehingga harus diperhatikan dalam mendesain ulang agar tidak melanggar batasan yang telah ditentukan. Hal tersebut bisa disiasati dengan penambahan fungsi dan sistem yang tidak merusak dan mendominasi keberadaan bangunan eksisting.

Lahan yang ada pada lokus ini relatif luas, hal ini mendukung untuk penerapan TMP secara maksimal. Dimana eksplorasi fungsi dan

penambahan sistem yang baru tidak akan menggeser fungsi asli bangunan. Kemudian juga dapat menjadi solusi bagi penerapan masing-masing unit TMP yang tidak merusak bangunan heritage.

## **2. Penerapan pada SD N Kentungan,**

Sistem kurikulum yang ada masih dikelompokkan dalam sistem konvensional, sehingga penerapan TMP dapat juga dilakukan namun fungsinya akan menjadi kurang maksimal. Hal tersebut dikarenakan pola aktivitas dan pembelajaran para siswa yang belum menerapkan *active learning*. Bangunan pada SD ini sangat mungkin di desain ulang sehingga tidak menjadi suatu keterbatasan dalam penerapan aplikasi TMP dari segi penerapan unit pada bangunan.

Sedangkan lahan yang tersedia relatif sempit, hal ini cocok disandingkan penerapan aplikasi TMP namun yang tidak didasarkan pada kapasitas produksi (skala mikro). Dari karakteristik diatas, pada dasarnya penerapan TMP tanpa perubahan kurikulum hanya akan menempatkan aplikasi ini sebagai hiasan bagi bangunan tanpa memberi nilai tambah bagi sistem pendidikan siswa itu sendiri.

Dari berbagai guideline diatas akan diusulkan sebuah aplikasi desain pada contoh salah satu lokus, yakni pada SD Tumbuh, karena memiliki lebih banyak kemungkinan untuk menghasilkan berbagai keuntungan dalam penerapan aplikasi Teknologi Mikro Pertanian. Integrasi Teknologi Mikro Pertanian yang diterapkan yakni Rooftop Garden dan Vertikultur pada redesain kawasan bangunan eksisting.