

TUGAS AKHIR - DA 184801

AGRITECTURE: DIVERSIFIKASI PANGAN DENGAN PENERAPAN REKAYASA IKLIM DI SURABAYA

RUSYDA TAMMA HIDAYAT

NRP 08111840000023

Dosen Pembimbing

Dr. Ima Defiana, ST, MT

NIP 197005191997032001

Program Studi Sarjana Arsitektur

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - DA184801

AGRITECTURE: DIVERSIFIKASI PANGAN DENGAN PENERAPAN REKAYASA IKLIM DI SURABAYA

RUSYDA TAMMA HIDAYAT

NRP 08111840000023

Dosen Pembimbing

Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

NIP 197005191997032001

Program Studi Arsitektur

Departemen Arsitektur

Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - DA184801

**AGRITECTURE: FOOD DIVERSIFICATION WITH THE
APPLICATION OF CLIMATE ENGINEERING IN
SURABAYA**

RUSYDA TAMMA HIDAYAT

NRP 0811184000023

Advisor

Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

NIP 197005191997032001

Study Program Architecture

Department of Architecture

Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

AGRITECTURE: DIVERSIFIKASI PANGAN DENGAN PENERAPAN REKAYASA IKLIM DI SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar S.Ars. pada
Program Studi S-1 Arsitektur
Departemen Arsitektur
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **RUSYDA TAMMA HIDAYAT**

NRP. 0811184000023

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

Pembimbing

2. Rabbani Kharismawan, S.T., M.T.

Penguji

3. Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, M.T.

Penguji

4. Ir. Andy Mappa Jaya, M.T.

Penguji

SURABAYA

Juli, 2022

APPROVAL SHEET

AGRITECTURE: FOOD DIVERSIFICATION WITH THE APPLICATION OF CLIMATE ENGINEERING IN SURABAYA

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a bachelor degree at
Undergraduate Study Program of Architecture
Department of Architecture
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : **RUSYDA TAMMA HIDAYAT**

NRP. 0811184000023

Approved by Final Project Examiner Team :

1. Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

Advisor

2. Rabbani Kharismawan, S.T., M.T.

Examiner

3. Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, M.T.

Examiner

4. Ir. Andy Mappa Jaya, M.T.

Examiner

SURABAYA

July, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa / NRP : Rusyda Tamma Hidayat
Departemen : Arsitektur
Dosen Pembimbing / NRP : Dr. Ima Defiana, S.T., M.T. / 197005191997032001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**AGRITECTURE: DIVERSIFIKASI PANGAN DENGAN PENERAPAN REKAYASA IKLIM DI SURABAYA**” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 14 Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing



(Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.)

NIP. 197005191997032001

Mahasiswa,



(Rusyda Tamma Hidayat)

NRP. 08111840000023

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Rusyda Tamma Hidayat / 0811184000023
Departement : Architecture
Advisor / NIP : Dr. Ima Defiana, S.T., M.T. / 197005191997032001

hereby declare that the Final Project with the title of “**AGRITECTURE: FOOD DIVERSIFICATION WITH THE APPLICATION OF CLIMATE ENGINEERING IN SURABAYA**” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, July 14th 2022

Acknowledged

Advisor



(Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.)

NIP. 197005191997032001

Student



(Rusyda Tamma Hidayat)

NRP. 0811184000023

Agriecture: Food Diversification with the Application of Climate Engineering in Surabaya

Name : Rusyda Tamma Hidayat
Student ID : 0811184000023
Supervisor : Dr. Ima Defiana, ST, MT

ABSTRACT

The concrete form of the transfer of land functions can be seen from the change in the use of green agricultural land into residential land, this causes food production to decrease, including vegetables, fruits, staple foods, and others. Efforts to emphasize the concept of urban farming with the issue of food diversification are steps that are implemented in the design. The concept of modification by developing agricultural land vertically and manipulating the climate in buildings, with the aim of producing quality crops and not depending on climate change and environmental weather.

The method used is the stage of designing a microclimate in an area, including determine the microclimate; reviewing building precedents; determine the building climate modification system; define crop cultivation needs; and architectural domain transfer.

The design develops plant variations that are generally not in accordance with the climatic and geographical conditions of the city of Surabaya. The design also maintains efficiency in terms of technology, economy, and the selection of types of plants that are in accordance with the type of agriculture with climate engineering in the building. Agricultural crops will be cultivated using hydroponic systems, which provide nutrients to plants through nutrient solution media. The type of building designed is intended for agricultural cultivation and a place to market agricultural products and their products, such as vegetable markets and places to eat.

Keywords: climate engineering, food diversity, indoor farming, locality, microclimate

Agritecture: Diversifikasi Pangan dengan Penerapan Rekayasa Iklim di Surabaya

Nama Mahasiswa : Rusyda Tamma Hidayat

NRP : 0811184000023

Dosen Pembimbing : Dr. Ima Defiana, ST, MT

ABSTRAK

Bentuk konkrit dari pengalihan fungsi lahan dapat dilihat dari berubahnya guna lahan hijau pertanian menjadi lahan pemukiman, hal tersebut menyebabkan hasil produksi pangan menurun, antara lain sayur, buah-buahan, makanan pokok, dan lain-lain. Upaya menekankan konsep urban farming dengan isu diversifikasi pangan menjadi langkah yang diterapkan dalam rancangan. Konsep modifikasi dengan melakukan pengembangan lahan pertanian secara vertikal dan memanipulasi iklim dalam bangunan, dengan tujuan menghasilkan panen yang berkualitas dan tidak bergantung pada perubahan iklim dan cuaca lingkungan.

Metode yang digunakan merupakan tahapan merancang iklim mikro pada suatu wilayah, antara lain; menentukan iklim mikro; meninjau preseden bangunan; menentukan sistem modifikasi iklim bangunan; mendefinisikan kebutuhan budidaya tanaman; dan transfer domain arsitektural.

Rancangan mengembangkan variasi tanaman yang umumnya tidak sesuai dengan kondisi iklim dan geografi Kota Surabaya. Rancangan juga menjaga efisiensi dari segi teknologi, ekonomi serta pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan tipe pertanian dengan rekayasa iklim dalam bangunan. Tanaman pertanian akan dibudidayakan menggunakan hydroponic systems, yang menyediakan nutrisi bagi tanaman melalui media larutan nutrisi. Tipe bangunan yang dirancang diperuntukkan untuk budidaya pertanian dan sebuah tempat untuk memasarkan hasil pertanian dan olahannya, seperti pasar sayuran dan tempat makan.

Kata kunci: diversifikasi pangan, iklim mikro, *indoor farming*, lokalitas, rekayasa iklim

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, syukur Alhamdulillah senantiasa dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Agritecture: Diversifikasi Pangan dengan Penerapan Rekayasa Iklim di Surabaya“ ini sudah pada tahap akhir penyelesaian. Laporan Tugas Akhir ini ditulis untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir dan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Arsitektur.

Penulis berusaha semaksimal mungkin agar penyusunan tugas akhir dapat menjadi sempurna seperti apa yang diharapkan. Penulis berharap, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan bidang, khususnya dunia pendidikan. Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang dengan tulus memberikan doa, saran dan kritik sehingga makalah ini dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Dewi Septanti, S.Pd, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Ibu Dr. Ima Defiana, S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing yang selalu mengarahkan penulis dalam proses pembuatan rancangan dari awal hingga akhir.
3. Ir. Erwin Sudarma, M.T., sebagai dosen penguji pada periode penyusunan yang senantiasa memberi kritik dan saran yang membangun selama meninjau hasil rancangan penulis.
4. Bapak Rabbani Kharismawan, S.T. M.T., sebagai dosen penguji pada periode penyusunan dan perancangan yang senantiasa memberi kritik serta saran yang membangun selama meninjau hasil rancangan penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, M.T., sebagai dosen penguji pada periode perancangan yang senantiasa memberi kritik dan saran yang membangun selama meninjau hasil rancangan penulis.
6. Bapak/Ibu dosen Departemen Arsitektur Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah membimbing penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Arsitektur ITS.
7. Mama, Ayah, Reta dan Rani sebagai keluarga yang senantiasa mendoakan tiada henti dan memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Anira Indra Mahira, Dika Octaviani dan Rizky Olda Putri Salsabilla sebagai rekan mahasiswa sejak awal semester menempuh pendidikan, yang selalu membantu dan memberikan dukungan tiada henti.
9. Kanza, Nadia, Prisca dan Rasya sebagai teman dekat yang selalu memberikan semangat dan menemani dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
10. Mas Hasan Busri S. Ars dan Mbak Ar. Vina Alfia Nikmatul Azizah S. Ars sebagai kakak pembimbing yang senantiasa memberikan masukan dan semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir.

11. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Arsitektur Institut Teknologi Surabaya angkatan 2018, teman seperjuangan yang telah saling membantu dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
12. Semua pihak yang terlibat dan sudah membantu dan memberi dukungan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir, yang tidak cukup untuk disebutkan semuanya.

Surabaya, Juni 2022

Rusyda Tamma Hidayat

DAFTAR ISI

JUDUL TUGAS AKHIR	i
FINAL PROJECT TITLE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
APPROVAL SHEET	v
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	vii
STATEMENT OF ORIGINALITY.....	viii
ABSTRACT	x
ABSTRAK	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB 1.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1 Alih Fungsi Lahan di Perkotaan	1
1.1.2 Diversifikasi Pangan Lokal	1
1.2. Isu dan Konteks Desain.....	1
1.2.1 Pengembangan Pertanian Vertikal.....	2
1.2.2 Budidaya Pertanian dengan Rekayasa Iklim.....	2
1.2.3 Tujuan Rancangan	2
1.3. Permasalahan dan Kriteria Desain.....	3
1.3.1 Pengaruh Sistem Bangunan terhadap Iklim	3
1.3.2 Efisiensi Perancangan terhadap Aspek Lokal	3
1.3.3 Permasalahan Rancangan.....	3
1.3.4 Kriteria Desain.....	3
BAB 2.....	5
2.1 Fungsi Bangunan	5
2.2 Program Aktivitas	5
2.2.1 Zonasi dan Program Ruang	5
2.2.2 Keterhubungan Ruang	7
2.3 Deskripsi Tapak.....	8
2.3.1 Kajian Tapak dan Lingkungan	8
2.3.2 Deskripsi Tapak.....	9
2.3.3 Analisis Lahan	9

2.2.5	Kajian Peraturan dan Data Terkait Peruntukan Lahan	11
BAB 3	.....	12
3.1	Pendekatan Desain	12
3.1.1	Microclimate Design.....	12
3.1.2	Environmental Strategy.....	12
3.2	Metode Desain.....	13
3.2.1	Environmental Strategy.....	13
3.3	Kajian Teori Pendukung	16
BAB 4	.....	17
4.1	Kriteria Iklim dan Tanaman Pangan	17
4.2	Sistem Budidaya	17
4.3	Penerapan Teknologi	19
4.4	Eksplorasi Formal.....	19
4.5	Eksplorasi Spasial.....	21
4.6	Eksplorasi Teknis.....	22
4.7	Sistem Utilitas	23
4.8	Sistem Pengolahan Limbah.....	25
BAB 5	.....	26
5.1	Eksplorasi Formal.....	26
5.2	Siteplan dan Layout Tapak.....	27
5.3	Eksplorasi Spasial.....	28
5.4	Eksplorasi Teknis.....	31
5.5	Implementasi Kriteria Desain dan Konsep Rancangan	33
5.6	Visualisasi Konsep.....	35
BAB 6	.....	37
DAFTAR PUSTAKA	.....	39
LAMPIRAN	.....	42
BIODATA PENULIS	.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kriteria Desain.....	4
Gambar 2. 1 Diagram Penjabaran Fungsi Bangunan.....	5
Gambar 2. 2 Visualisasi Indeks Komposit Ketahanan dan Kerentanan Pangan Kota Surabaya Tahun 2020.....	8
Gambar 2. 3 Wilayah Kelurahan Warugunung Surabaya	9
Gambar 2. 4 Lokasi dan Eksisting Tapak	9
Gambar 3. 1 Visualisasi Indeks Komposit Ketahanan dan Kerentanan Pangan Kota Surabaya Tahun 2020.....	15
Gambar 4. 1 Spesifikasi Budidaya Sistem NFT	18
Gambar 4. 2 Sistem Hidroponik NFT.....	18
Gambar 4. 3 Sistem Stacked Bed	18
Gambar 4. 4 Sistem Sederhana Rekayasa Iklim.....	19
Gambar 4. 5 Eksplorasi Bentuk Modul Budidaya.....	20
Gambar 4. 6 Visualisasi Ide Pengaturan Ruang Budidaya.....	20
Gambar 4. 7 Rancangan Modul dalam Rancangan.....	20
Gambar 4. 8 Tranformasi Formal Rancangan	21
Gambar 4. 9 Konsep Spasial Rancangan	21
Gambar 4. 10 Konsep Struktur Rancangan	22
Gambar 4. 11 Penerapan Sistem Struktur Dilatasi	22
Gambar 4. 12 Konsep Sistem Elektrikal Rancangan.....	23
Gambar 4. 13 Konsep Sistem Perpipaian.....	24
Gambar 4. 14 Konsep Sistem Kebakaran dan Penghawaan Rancangan.....	24
Gambar 4. 15 Konsep Sistem Komunikasi dan Sirkulasi Vertikal.....	25
Gambar 4. 16 Konsep Sistem Pengolahan Limbah	25
Gambar 5. 1 Tampak Tenggara Bangunan.....	26
Gambar 5. 2 Tampak Barat Daya Bangunan.....	26
Gambar 5. 3 Tampak Timur Laut Bangunan	26
Gambar 5. 4 Tampak belakang bangunan.....	27
Gambar 5. 5 Siteplan Tapak.....	27
Gambar 5. 6 Layout Tapak.....	27
Gambar 5. 7 Denah Lantai 1.....	28
Gambar 5. 8 Denah Lantai Mezanin	28
Gambar 5. 9 Denah Lantai 2.....	29
Gambar 5. 10 Denah Lantai 3.....	29
Gambar 5. 11 Denah Lantai 4.....	30
Gambar 5. 12 Denah Lantai 5.....	30
Gambar 5. 13 Visualisasi Modul Budidaya.....	31
Gambar 5. 14 Sistem Irigasi Tanaman.....	31
Gambar 5. 15 Sistem Penghawaan	32
Gambar 5. 16 Sistem Pencahayaan Buatan	32
Gambar 5. 17 Siteplan Lahan	33
Gambar 5. 18 Potongan A-A'	34

Gambar 5. 19 Explode Axonometri Konsep Formal	34
Gambar 5. 20 Visualisasi Konsep Modul Rekayasa Iklim.....	34
Gambar 5. 21 Visualisasi Konsep Rekayasa Iklim.....	34
Gambar 5. 22 Visualisasi Crops Market	35
Gambar 5. 23 Visualisasi Ruang Cafeteria	35
Gambar 5. 24 Visualisasi Ruang Budidaya.....	36
Gambar 5. 25 Perspektif Lahan dan Bangunan	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Program Kebutuhan Ruang dan Zonasi.....	6
Tabel 2. 2 Keterhubungan Ruang Bangunan Pertanian	7
Tabel 2. 3 Keterhubungan Ruang Fungsi Research and Learning Center	7
Tabel 2. 4 Keterhubungan Ruang Fungsi Market.....	8
Tabel 2. 5 Analisis Lahan Warugunung Surabaya	9
Tabel 2. 6 Analisis Karakteristik Lahan.....	10
Tabel 3. 1 Perbandingan Karakteristik Iklim	13
Tabel 3. 2 Analisis Konsep Preseden.....	13
Tabel 3. 3 Analisis Kebutuhan Penerapan Rekayasa pada Tanaman Iklim Sedang.....	15
Tabel 4. 1 Kriteria Tanaman Budidaya.....	17
Tabel 4. 2 Tanaman Iklim Sedang yang akan di Budidaya.....	17

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.1.1 Alih Fungsi Lahan di Perkotaan

Perkembangan kota yang begitu pesat, mendorong masyarakat daerah untuk bermigrasi menuju wilayah kota, mengakibatkan peningkatan jumlah penduduk dalam satu wilayah. Kebutuhan lahan sebagai tempat tinggal menjadi meningkat, yang dampaknya berpengaruh pada pengalihan fungsi lahan. Alih fungsi lahan merupakan timbal balik dari pertumbuhan wilayah yang berakibat pada peningkatan jumlah penduduk. Hal tersebut dapat dilihat dari perubahan fungsi lahan hijau pertanian menjadi lahan pemukiman. Salah satu dampak alih guna lahan pertanian yaitu menyusutnya lahan pertanian yang bisa merusak tingkat produktivitas dan akan berdampak pada pasokan sumber pangan. Lahan pertanian menjadi lebih sempit karena alih fungsi menyebabkan hasil produksi pangan menurun, antara lain sayur, buah-buahan, makanan pokok, dan lain-lain. Hal tersebut membuat petani kehilangan pekerjaan untuk mengerjakan lahannya secara berkelanjutan dan memanfaatkannya sebagai mata pencaharian.

1.1.2 Diversifikasi Pangan Lokal

Berangkat dari isu peningkatan jumlah penduduk, hal tersebut berjalan sebanding dengan pemenuhan kebutuhan masyarakat yang semakin tinggi. Salah satu permasalahan utama dalam pemenuhan kebutuhan pokok masyarakat adalah pada bidang pangan, yaitu peningkatan pangan yang lebih tinggi dari penyediaannya. Kapasitas produksi pangan pertumbuhannya lebih lambat dikarenakan adanya pengalihan penggunaan lahan serta pertumbuhan tingkat produktivitas lahan dan tenaga kerja yang stagnan. Ketidakseimbangan tersebut, berakibat pada adanya ketergantungan penyediaan pangan skala nasional yang berasal dari kegiatan impor semakin meningkat. Ketergantungan masyarakat pada satu jenis makanan, mengakibatkan tingkat konsumsi dan produksi pangan tidak seimbang.

Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan diversifikasi pangan, yang bertujuan untuk meragamkan jenis pangan dan juga sebagai pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat sehingga nutrisi dari makanan dapat bervariasi dan seimbang. Implementasi aspek diversifikasi dengan menghadirkan variasi tanaman pangan dari luar daerah asal. Faktor yang memengaruhi upaya tersebut adalah perbedaan kondisi lingkungan, sehingga keberhasilan sistem penyesuaian pada tanaman dari luar daerah terhadap lingkungan lokal memerlukan perlakuan dan pengamatan khusus. Dalam jangka waktu tertentu, melalui proses diversifikasi, tanaman dari luar daerah yang dibudidayakan akan menjadi lokalitas baru dari wilayah tersebut.

1.2. Isu dan Konteks Desain

Upaya menekankan konsep *urban farming* pada suatu wilayah dengan mendukung ketahanan pangan menjadi langkah yang dapat dipilih dan diterapkan dalam jangka panjang. *Urban farming* merupakan konsep pertanian yang memanfaatkan lahan terbatas di wilayah perkotaan. Melihat konteks jangka panjang dan aspek berkelanjutan pada gagasan pertanian ini, konsep *urban farming* dapat dimaksimalkan dengan memodifikasi ide perancangan secara fisik maupun sistem yang bekerja pada rancangan. Konsep modifikasi berupa melakukan pengembangan lahan pertanian secara vertikal, sehingga penerapan konsep urban farming dapat berjalan lebih optimal dan berkepanjangan.

Kondisi geografi suatu lahan mempengaruhi rancangan desain, khususnya dalam pengembangan lahan pertanian. Beberapa kota besar di Indonesia, salah satunya Kota Surabaya

merupakan daerah dataran rendah atau perbukitan landai dengan ketinggian 25-50 meter di atas permukaan laut. Hal tersebut berpengaruh pada jenis tanaman yang dapat dibudidayakan sesuai dengan kondisi iklim Kota Surabaya, sehingga diperlukan pengetahuan disiplin ilmu dari bidang sains dan pertanian.

Budidaya pertanian di Indonesia masih belum berhasil dalam mewujudkan ketahanan pangan di wilayahnya sendiri. Ketidakseimbangan pertumbuhan permintaan dan pertumbuhan kapasitas produksi nasional tersebut mengakibatkan adanya kecenderungan meningkatnya penyediaan pangan nasional yang berasal dari impor.

Bentuk upaya dalam mengurangi kegiatan impor bahan pangan, ide rancangan berusaha membantu daerah lokal dalam menciptakan sumber pangannya sendiri, dengan melakukan budidaya pertanian lokal serta mengadopsi tanaman pertanian yang berasal dari luar wilayahnya, hingga bahkan tanaman yang sama sekali tidak sesuai dengan kondisi iklim dan letak geografis asli lahan. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan sumber daya yang dapat dikelola suatu wilayah, dan menciptakan daerah yang secara mandiri mengakomodasi kebutuhannya dalam jangka panjang dan berkelanjutan.

Menerapkan manipulasi iklim dalam pengelolaan pertanian pada rancangan, merupakan upaya dalam menghadirkan sumber pasokan pangan yang baru dan akan dikelola secara mandiri. Tidak tergantung pada iklim sebenarnya yang Yang kedepannya akan menjadi sumber pangan lokal suatu wilayah.

1.2.1 Pengembangan Pertanian Vertikal

Pertanian vertikal merupakan kegiatan memproduksi bahan pangan dalam susunan yang ditumpuk secara vertikal, instalasi dan bentuk yang cenderung vertikal dan/atau terintegrasi dalam struktur lain. Penerapan dilakukan menggunakan teknik bercocok tanam tanpa tanah seperti hidroponik, akuaponik, dan aeroponik.

1.2.2 Budidaya Pertanian dengan Rekayasa Iklim

Perbedaan dan perubahan iklim menuntut penyesuaian berbagai aspek terhadap lingkungan, disertai dengan perkembangan teknologi yang tidak sedikit berpengaruh pada setiap aspek kebutuhan manusia. Salah satu penerapan teknologi yang dilakukan adalah upaya untuk menghasilkan pangan terbaik walaupun perubahan iklim dapat berdampak pada kualitas tanaman pangan, dengan rekayasa sistem pertanian.

Rekayasa pertanian merupakan pengembangan pertanian konvensional dengan prinsip-prinsip rekayasa biosistem untuk membangun dan mengelola sistem pertanian. Konteks tersebut bertujuan untuk mengembangkan sistem pertanian berkelanjutan untuk mencapai swasembada kebutuhan pokok dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Dalam penerapannya diperlukan pengetahuan mengenai jenis tanaman pertanian dan jenis teknologi yang mampu mengakomodasi secara efisien.

1.2.3 Tujuan Rancangan

- *Agriculture Architecture*

Pengintegrasian desain bangunan khusus pertanian vertikal dengan konfigurasi sistem pertanian yang efisien dan berkelanjutan. Penggabungan disiplin ilmu arsitektur dengan ilmu pertanian.

- Peragaman Variasi Pangan Lokal

Upaya diversifikasi tanaman pangan dari iklim berbeda dengan bantuan teknologi rekayasa iklim yang dalam jangka waktu tertentu, akan menjadikan

tanaman “asing” sebagai lokalitas baru di suatu wilayah. Sehingga variasi pangan menjadi lebih beragam.

1.3. Permasalahan dan Kriteria Desain

1.3.1 Pengaruh Sistem Bangunan terhadap Iklim

Surabaya memiliki iklim tropis, di mana hanya ada dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan kemarau. Memiliki curah hujan rata-rata 165,3 mm. Curah hujan tertinggi di atas 200 mm terjadi pada kurun Januari hingga Maret dan November hingga Desember. Suhu udara rata-rata di Surabaya berkisar antara 23,6 °C hingga 33,8 °C. Dalam pengembangan rancangan, tanaman pertanian yang dibudidayakan tidak hanya tanaman lokal, tapi juga akan membudidayakan tanaman pertanian yang berasal dari luar wilayahnya, hingga bahkan tanaman yang sama sekali tidak sesuai dengan kondisi iklim dan letak geografis asli lahan.

Ketidakstabilan iklim menjadi salah satu masalah yang tidak bisa dikelola. Pergeseran musim hujan dan musim kemarau menyebabkan petani kesulitan dalam menetapkan waktu yang tepat untuk mengawali masa tanam, benih beserta pupuk yang digunakan, dan sistem pertanaman yang digunakan. Sehingga langkah untuk merekayasa iklim dalam bangunan dapat menjadi solusi untuk menjaga kualitas dan keberlangsungan budidaya pertanian dalam bangunan.

Salah satu aplikasi pada perancangan adalah dengan fasad berupa vertical garden sebagai ciri pada green concept pada bangunan. Massa pada bangunan juga akan dibagi menjadi 2 area pengembangan, area pengembangan tanaman yang sesuai dengan iklim wilayah eksisting dan area rekayasa iklim sesuai dengan tanaman yang ditentukan. Area pada bagian rekayasa membutuhkan ruangan yang benar-benar tidak terpengaruh dengan lingkungan luar, sehingga pengembangannya akan dilakukan di area dalam bangunan. Penggunaan teknologi seperti greenhouse, hidroponik, dan beberapa teknik lainnya akan digunakan dalam rancangan.

1.3.2 Efisiensi Perancangan terhadap Aspek Lokal

Menghadirkan tanaman dari luar wilayah, dan menjadikannya sebagai tanaman pangan lokal akan menjadi pertanyaan sendiri, tentang aspek efisiensi, ekonomi, budaya dan masih banyak lagi. Selanjutnya diperlukan pendekatan arsitektural dan metode untuk mengetahui kebutuhan tanaman terhadap penyesuaian dengan iklim eksisting, utamanya dalam proses transfer domain. Penggunaan teknologi secara aktif dan pasif pada sistem bangunan yang dapat mengakomodasi kebutuhan rekayasa lingkungan pada tanaman juga merupakan komponen krusial dalam rancangan, disisi lain perlu memikirkan efisiensi konsep rancangan terhadap sistem bangunan dan sumber daya yang digunakan serta perwujudan dalam penyelesaian desain arsitektural.

1.3.3 Permasalahan Rancangan

- (1) Bagaimana peran arsitektur dalam mengakomodasi kegiatan pertanian dalam bangunan?
- (2) Bagaimana pengaturan teknologi yang diterapkan pada upaya rekayasa iklim pada bangunan?

1.3.4 Kriteria Desain

Pendekatan kriteria desain dalam rancangan dilakukan pada tiga aspek, yaitu literatur/kajian teori, analisis lahan, dan regulasi. Kriteria desain akan mengarah pada

spesifikasi rancangan yang dibutuhkan secara spasial, formal, sistem utilitas, hingga detail arsitektural.

	Factor	Design Criteria	Detail	Code
Site	Regulation	GSB 3 Meter	pada jalan lingkungan yang lebarnya lebih dari 4 m - 6 m, maka panjang GSB ditetapkan 3 m	S1
	Site Analysis	Natural Buffer	respon lingkungan terhadap kawasan industri	S2
	Literature	Kolam Tampung Air	Menjadi tempat penampungan air agar sistem irigasi yang baik dan sebagai tempat tadahan air hujan	S3
	Site Analysis	South East Main View	Bentuk lahan memiliki sisi dominan di arah tenggara, sisi barat dan selatan berhadapan langsung dengan pabrik	S4
	Site Analysis	Letak Bangunan	Bangunan terletak menyudut ke arah barat laut untuk memaksimalkan view bangunan + lahan dari sisi tenggara	S5
Form	Farming Standard	Multistorey Building	Pengembangan konsep pertanian secara vertikal	F1
	Regulation	Building Height	Ketinggian bangunan maksimal 25 meter	F2
	Literature	Modular Form	sebagai strategi pengembangan jangka panjang	F3
Order	Literature	Soil-less Growing System	Sistem yang dirancang untuk menghemat lahan dan menumbuhkan tanaman secara efisien	F4
	Literature	Cultivation Module	Stacked Bed Module (papan yang disusun keatas sesuai jarak tertentu)	F5
	Literature	Smart Farming	Rekayasa iklim dengan penerapan teknologi IoT	F6

Gambar 1. 1 Kriteria Desain
(Dokumen Perancang, 2022)

a. Kriteria pada lahan

- S1 GSB 3 m, pada jalan lingkungan yang lebarnya lebih dari 4 m - 6 m, maka panjang GSB ditetapkan 3 m.
- S2 Pengaplikasian Natural Buffer. Respon lingkungan terhadap kawasan industri.
- S3 Kolam tampungan air. Menjadi tempat penampungan air agar sistem irigasi yang baik dan sebagai tempat tadahan air hujan.
- S4 South East Main View. Bentuk lahan memiliki sisi dominan di arah tenggara, sisi barat dan selatan berhadapan langsung dengan pabrik.
- S5 Bangunan terletak menyudut ke arah barat laut untuk memaksimalkan view bangunan + lahan dari sisi tenggara

b. Kriteria pada *form* (bentuk)

- F1 Multistorey building. Pengembangan konsep pertanian secara vertikal
- F2 Tinggi bangunan maksimal 25 m.
- F3 Bentuk modular. Sebagai strategi pengembangan jangka panjang.

c. Kriteria pada order (sistem bangunan)

- F1 Soil-less Growing System. Sistem yang dirancang untuk menghemat lahan dan menumbuhkan tanaman secara efisien.
- F2 Cultivation Module. Stacked Bed Module (papan yang disusun keatas sesuai jarak tertentu)
- F3 Smart Farming. Rekayasa iklim dengan penerapan teknologi IoT

BAB 2

KAJIAN DESAIN

2.1 Fungsi Bangunan

Rancangan berupa bangunan yang mewadahi kegiatan berkaitan dengan budidaya pertanian dan pengelolaan hasil pertanian menjadi produk pangan. Fungsi bangunan terbagi menjadi tiga, yaitu:

a. *Farming*

Pertanian khusus sektor tanaman pangan yang pemanfaatannya dikelola dalam skala kota. Jenis tanaman pangan yang dikelola berasal dari iklim sedang.

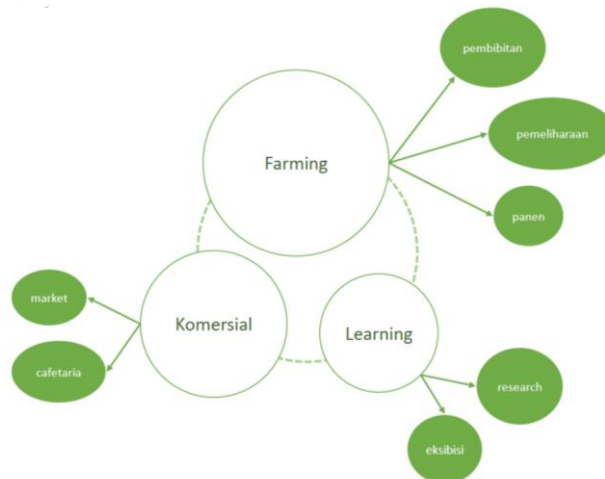
b. Edukasi

Pengembangan penelitian dan pembelajaran terkait upaya rekayasa iklim bagi tanaman yang penerapannya dapat dilakukan dalam bangunan.

c. Market

Pemanfaatan hasil dan produk olahan dari tanaman pangan yang dikelola secara lokal dan mandiri, dengan cara menjual hasil produk segar dan produk olahan menjadi produk makanan.

2.2 Program Aktivitas



Gambar 2. 1 Diagram Penjabaran Fungsi Bangunan (Dokumen Perancang, 2021).

Pengembangan fungsi bangunan selanjutnya dijabarkan kembali menjadi fungsi khusus dari tiap jenisnya. Fungsi bangunan sebagai urban farming, mewadahi aktivitas yang berkaitan dengan budidaya tanaman pangan seperti pembibitan, pemeliharaan dan kegiatan panen tanaman. Fungsi sebagai research and learning center mengakomodasi aktivitas penelitian, edukasi dan pameran mengenai rekayasa iklim untuk tujuan pertanian. Sedangkan untuk fungsi sebagai pasar, mewadahi kegiatan pemasaran produk segar dan olahan hasil pertanian.

2.2.1 Zonasi dan Program Ruang

Pembagian zona dalam bangunan berdasarkan sifat ruang, peruntukannya antara lain sebagai ruang publik yang dapat dijangkau oleh pengunjung dan petugas; ruang semi publik yang memiliki akses terbatas untuk petugas serta orang yang berkepentingan terhadap ruang;

ruang privat hanya dapat diakses oleh petugas dan ruang servis yang merupakan ruang penunjang yang melayani fungsi utama bangunan. Keterangan zonasi ruang dapat dilihat pada tabel berikut.

Kebutuhan ruang dalam rancangan didasarkan pada kriteria desain yang disesuaikan dengan konsep rancang, kriteria rancang akan memberikan informasi tentang penilaian desain, menentukan program ruang merupakan langkah awal dalam pengembangan kriteria desain secara spasial. Program ruang dalam rancangan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 2. 1 Program Kebutuhan Ruang dan Zonasi

No	Fungsi	Program	Kebutuhan Ruang	Pengguna	Jumlah	Luasan
1	Pertanian	Pengolahan	Ruang pengolahan tanaman	P1, P2, P3	2	50 m ²
		Rekayasa Lingkungan	Ruang pemeliharaan tanaman	P2, P3	2	50 m ²
		Ruang Utilitas	Panel Surya	P2, P4	3	40 m ²
			Ruang Elektrikal	P2, P4	1	30 m ²
			Ruang Genset	P2, P4	1	40 m ²
			Ruang pengelolaan air	P2, P4	2	50 m ²
		Ruang servis	Gudang	P2, P3	1	30 m ²
			Loading dock	P2, P3	1	40 m ²
			Janitor	P2, P3	3	10 m ²
			Toilet	P1, P2, P3	3	20 m ²
2	Edukasi	Research	Kantor	P2, P3	1	60 m ²
			Laboratorium	P2, P3	2	30 m ²
		Learning	Galeri	P1, P2, P3	1	40 m ²
		Utilitas	Panel Surya	P2, P4	2	30 m ²
			Ruang MEP	P2, P4	1	30 m ²
			Ruang Genset	P2, P4	1	30 m ²
		Ruang servis	Ruang Informasi	P1, P2	1	20 m ²
			Gudang	P2, P3	1	20 m ²
			Toilet	P1, P2, P3	2	20 m ²
			Janitor	P2, P3	1	50 m ²
3	Market	Fresh market	Galeri pemasaran	P1, P2, P3	1	50 m ²
			Ruang pengolahan	P2, P3	1	30 m ²
			Kasir	P2	1	50 m ²
		Cafetaria	Dapur	P2, P3	1	30 m ²
			Area makan	P1, P2, P3	2	60 m ²
			Kasir	P2	1	15 m ²
		Utilitas	Ruang Genset	P2, P4	1	30 m ²
			Ruang MEP	P2, P4	1	30 m ²
		Ruang servis	Janitor	P2, P3	1	10 m ²
			Loading dock	P2, P3	1	40 m ²
			Gudang	P2, P3	1	30 m ²
			Toilet	P1, P2, P3	2	30 m ²

Keterangan:

- P1 : Pengunjung, masyarakat umum
- P2 : Petugas/karyawan
- P3 : Petugas kebersihan
- P4 : Teknisi
- Merah : Ruang Privat
- Biru : Ruang Semi Publik
- Hijau : Ruang Publik
- Kuning : Ruang Servis

2.2.2 Keterhubungan Ruang

Pertimbangan peletakan ruang didasarkan pada ruang-ruang yang saling mengakomodasi, semakin erat hubungan antar ruang, maka letaknya semakin dekat, begitu pula sebaliknya. Penentuan keterhubungan ruang dibagi berdasarkan pembagian fungsi bangunan sebagai *Urban Farming*, *Research and Learning Center*, dan *Market*.

Tabel 2. 2 Keterhubungan Ruang Bangunan Pertanian

No	Ruangan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Greenhouse	Black													
2	Ruang pemeliharaan (indoor)	Green	Black												
3	Ruang pemeliharaan (outdoor)	Brown	Green	Black											
4	Ruang pengatur suhu	Grey	Light Green	Grey	Black										
5	Ruang penyinaran	Grey	Light Green	Grey	Green	Black									
6	Ruang pembibitan	Light Green	Light Green	Grey	Green	Green	Black								
7	Panel Surya	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Black								
8	Ruang Elektrikal	Grey	Light Green	Grey	Light Green	Light Green	Green	Black							
9	Ruang Genset	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Green	Green	Black						
10	Ruang pengelolaan air	Grey	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Grey	Grey	Black						
11	Gudang	Grey	Light Green	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Black					
12	Loading dock	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Brown	Black				
13	Janitor	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Light Green	Light Green	Light Green	Green	Green	Green	Black		
14	Toilet	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Grey	Grey	Brown	Grey	Grey	Green	Black	

Keterangan:

- Harus berdekatan
- Bisa berdekatan
- Netral
- Tidak berdekatan

Tabel 2. 3 Keterhubungan Ruang Fungsi Research and Learning Center

No	Ruangan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Kantor	Black												
2	Laboratorium	Brown	Black											
3	Ruang rapat	Brown	Green	Black										
4	Galeri	Light Green	Green	Light Green	Black									
5	Ruang pembelajaran	Light Green	Green	Light Green	Green	Black								
6	Workshop	Light Green	Green	Light Green	Green	Brown	Black							
7	Panel Surya	Grey	Green	Grey	Grey	Grey	Black							
8	Ruang MEP	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Light Green	Black						
9	Ruang Genset	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Light Green	Black					
10	Ruang Informasi	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Grey	Grey	Black				
11	Gudang	Grey	Light Green	Grey	Green	Light Green	Green	Grey	Grey	Grey	Black			
12	Toilet	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Grey	Grey	Grey	Light Green	Black		
13	Janitor	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Green	Green	Black

Keterangan:

- Harus berdekatan
- Bisa berdekatan
- Netral
- Tidak berdekatan

Tabel 2. 4 Keterhubungan Ruang Fungsi Market

No	Ruangan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Galeri pemasaran	Black										
2	Ruang pengolahan	Dark Green	Black									
3	Kasir	Dark Green	Light Green	Black								
4	Dapur	Light Green	Dark Green	Grey	Black							
5	Area makan	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Black						
6	Ruang Genset	Grey	Light Green	Grey	Grey	Black						
7	Ruang MEP	Grey	Light Green	Grey	Grey	Light Green	Black					
8	Janitor	Grey	Light Green	Grey	Grey	Light Green	Light Green	Black				
9	Loading dock	Grey	Light Green	Grey	Light Green	Grey	Grey	Dark Green	Black			
10	Gudang	Grey	Light Green	Grey	Light Green	Grey	Grey	Dark Green	Dark Green	Black	Black	
11	Toilet	Dark Green	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Grey	Grey	Light Green	Light Green	Grey	Black

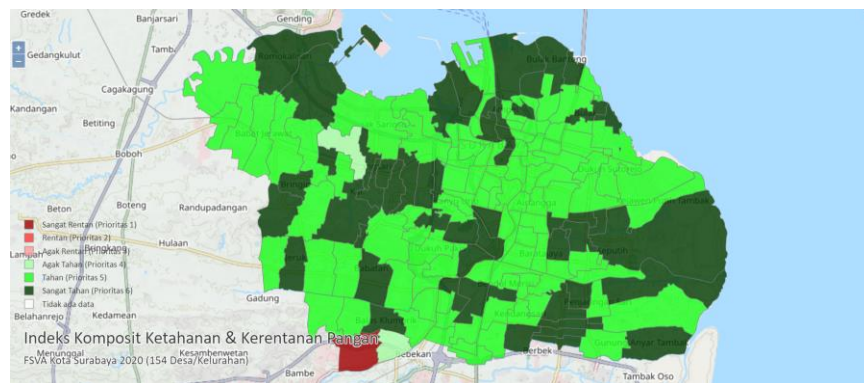
Keterangan:

Dark Green	Harus berdekatan
Light Green	Bisa berdekatan
Light Green	Netral
Grey	Tidak berdekatan

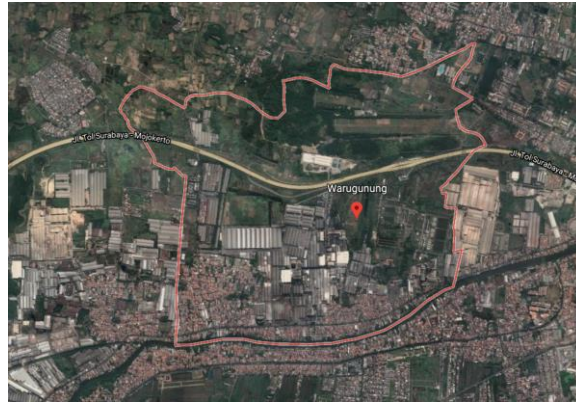
2.3 Deskripsi Tapak

2.3.1 Kajian Tapak dan Lingkungan

Berdasarkan data indeks komposit ketahanan dan kerentanan pangan dari sumber FSVA Kota Surabaya Tahun 2020, Kelurahan Warugunung memiliki prioritas tertinggi di Kota Surabaya, yang berarti kelurahan tersebut sangat rentan pada aspek ketahanan pangan wilayah. Sehingga, dari data tersebut rancangan urban agriculture akan dikembangkan di Kelurahan Warugunung Kota Surabaya.

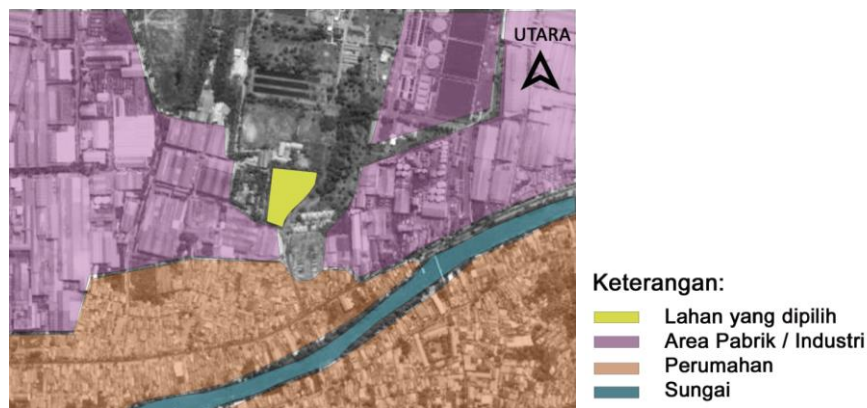


Gambar 2. 2 Visualisasi Indeks Komposit Ketahanan dan Kerentanan Pangan Kota Surabaya Tahun 2020 (FSVA Kota Surabaya, 2020)



Gambar 2. 3 Wilayah Kelurahan Warugunung Surabaya (Google Maps, 2021)

2.3.2 Deskripsi Tapak



Gambar 2. 4 Lokasi dan Eksisting Tapak (Dokumen Pribadi, 2022)

Tapak yang dipilih berlokasi di Gg. Surya, Warugunung, Kec. Karang Pilang, Kota SBY, Jawa Timur. Lahan dengan luas 12.500 m² dipilih karena lahan mudah diakses dan peruntukannya sebagai ruang hijau ditengah-tengah kawasan industri. Obyek rancangan terletak di kawasan Kelurahan Warugunung Kecamatan Karang Pilang, daerah ini terletak pinggiran kota Surabaya dan berbatasan dengan Kabupaten Gresik (bagian barat).

2.3.3 Analisis Lahan

Kawasan industri di Kelurahan Warugunung Kecamatan Karang Pilang merupakan salah satu wilayah pengembangan kawasan industri di kota Surabaya yang sampai saat ini terus berkembang.

Tabel 2. 5 Analisis Lahan Warugunung Surabaya

Faktor Alam	Data	Analisis	Sintesis
Sinar Matahari		Matahari terbit dari timur dan tenggelam di barat yang keduanya sedikit mengarah ke selatan. Serta intensitas dari cahaya matahari tiap tahunnya cukup mendominasi	Pengaturan pada bentuk dan orientasi bangunan agar cahaya alami dapat dimanfaatkan dengan baik.

	Meteoblue.com (2021)		
Suhu	<p>Meteoblue.com (2021)</p>	Persentase intensitas pancaran matahari yang tinggi diikuti dengan tingginya rata-rata temperatur, mengakibatkan kondisi di Surabaya menjadi panas dan terik	Penggunaan sunshading atau desain bentuk bangunan yang mampu memasukkan sinar matahari namun menghalau panas matahari
Humidity	<p>WeatherSpark.com (2021)</p>	Dari data yang dicocokkan dengan diagram Relative Humidity. Kelembapan di Surabaya berada di tingkat 38-41. Yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan termal.	Kelembapan yang tinggi dapat dikurangi dengan pergerakan/sirkulasi udara. Sehingga dengan memberikan bukaan-bukaan dilokasi yang tepat akan membuat kelembapan udara berada dititik yang nyaman.
Kecepatan Angin	<p>WeatherSpark.com (2021)</p>	Bulan paling berangin dalam setahun adalah Agustus, dengan kecepatan angin rata-rata per jam 14,0 kilometer per jam. Bulan paling tidak berangin dalam setahun adalah November, dengan kecepatan angin rata-rata per jam 8,7 kilometer per jam.	Kecepatan angin dapat dimanfaatkan untuk sirkulasi dalam bangunan.
Arah Angin	<p>WeatherSpark.com (2021)</p>	Angin bertiup dari timur selama 8 bulan, dari 25 Maret hingga 24 November, dengan persentase tertinggi 75% pada tanggal 14 Mei. Angin bertiup dari barat selama 4 bulan, dari 24 November hingga 25 Maret, dengan persentase tertinggi 67% pada tanggal 1 Januari.	Pengaturan bentuk dan peletakan bukaan pada bangunan yang sejajar dengan arah pergerakan angin, supaya memaksimalkan sirkulasi udara
Curah Hujan	<p>Meteoblue.com (2021)</p>	Curah hujan di Surabaya cenderung rendah. Intensitas turunnya hujan dalam satu tahun lebih rendah dari pada hari cerah.	Desain bangunan yang memberikan peneduhan dari cuaca panas dan hujan. Menyediakan sistem tadahan hujan untuk menampung air hujan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk pengairan pertanian
Eksisting	<p>earth.google.com (2021)</p>	Dekat dengan jalan tol, sekelilingnya merupakan daerah kawasan industri, sehingga diperkirakan banyak terdapat polusi udara dan suara	Perlu memperbanyak penghijauan pada tapak, yang diharapkan dapat mengurangi polusi pada lahan dan membuat atmosfer yang lebih sehat

Tabel 2. 6 Analisis Karakteristik Lahan

Analisis	Keterangan
Strength	Lokasi lahan berada di sudut persimpangan jalan, sehingga banyak dilalui kendaraan Terdapat beberapa vegetasi pada lahan
Weakness	Akses keluar masuk lahan berdekatan dengan persimpangan jalan, jika akses ke lahan tidak dirancang dengan baik, akan menimbulkan kemacetan
Opportunity	Daerah Warugunung memiliki tingkat ketahanan pangan yang rendah, sehingga konteks lahan akan sangat mendukung dengan konsep rancangan
Threat	Lokasi lahan berada di kawasan industry, berdekatan dengan pabrik, sehingga banyak polusi udara

2.2.5 Kajian Peraturan dan Data Terkait Peruntukan Lahan

Lahan yang dipilih diperuntukkan sebagai kawasan hijau yang berada disekitar kawasan industri.

1. Intensitas :
 - a. KDB maksimum yang diizinkan : 10% dan merupakan bangunan penunjang
 - b. KLB maksimum yang diizinkan : 0,2 poin
 - c. KTB maksimum yang diizinkan : -
 - d. KDH minimal yang diizinkan : 80%

2. Tata Bangunan :
 - a. GSB minimal yang diizinkan : disesuaikan dengan Lampiran XVII ketentuan GSB minimal dan ketentuan jarak bebas antar bangunan
 - b. Tinggi bangunan maksimum yang diizinkan : 25 meter
 - c. Jumlah lantai basement maksimum yang diizinkan : -

3. Batasan :
 - a. Sebagai penunjang zona industri
 - b. Dibatasi hanya berupa taman pasif
 - c. Proporsi penggunaan lahan sesuai ketentuan peraturan perundang undangan yang berlaku.
 - d. Tinggi bangunan maksimum yang diizinkan untuk lebar jalan diatas 3 meter, adalah 10 meter. Bangunan yang dirancang akan memiliki sebanyak-banyaknya 3 tingkat lantai

BAB 3

PENDEKATAN DAN METODE DESAIN

3.1 Pendekatan Desain

3.1.1 Microclimate Design

Iklm mikro merupakan kondisi iklim pada suatu ruang yang sangat terbatas, yang dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan curah hujan (Brown dan Gillespie, 1995). Unsur-unsur iklim mikro memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan kenyamanan suatu lingkungan, terutama dalam konteks rancangan yang dikhususkan pada lingkup budidaya vegetasi pangan. Dengan memahami jenis iklim mikro yang akan diterapkan dalam bangunan, akan berdampak pada keberhasilan sistem rekayasa iklim dan jangka waktu siklus hidup tanaman pertanian.

3.1.2 Environmental Strategy

Strategi lingkungan dapat didefinisikan sebagai serangkaian inisiatif yang dapat mengurangi dampak operasi terhadap lingkungan alam melalui produk, proses, dan kebijakan perusahaan seperti pengurangan konsumsi energi dan limbah, penggunaan green sustainable resources, dan penerapan sistem manajemen lingkungan (Bansal dan Roth, 2000). Strategi yang dilakukan dalam proses perancangan adalah pertanian berkelanjutan (sustainable farming).

Menerapkan integrasi pertanian dengan analisis kegiatan masyarakat, sistem pangan dan siklus ekologi, dengan begitu pertanian perkotaan dapat menjadi katalis untuk pendekatan desain berkelanjutan pada perkotaan (Proksch, 2017). Rancangan urban farming diupayakan untuk menerapkan sistem siklus tertutup, pengintegrasian dengan infrastruktur, dan sistem bangunan. Rancangan juga ditujukan untuk menjaga efisiensi dari segi teknologi, ekonomi serta pemilihan jenis tanaman yang sesuai dengan tipe pertanian dengan rekayasa iklim dalam bangunan.

Menurut Proksch dalam buku *Creating Urban Agricultural Systems* (2017), Pertanian perkotaan mengembangkan model distribusi yang mendorong hubungan konsumen langsung untuk menjaga rantai pasokan tetap pendek dan manfaat ekonomi di masyarakat setempat.

Metode penumbuhan tanaman pada rancangan urban farming, mengadopsi konsep dari buku karya Proksch (2017), *Creating Urban Agricultural Systems*, yaitu dengan membudidayakan tanaman di media tanam tanah alami dan hydroponic systems, yang menyediakan nutrisi bagi tanaman melalui media larutan nutrisi.

Tipe bangunan yang dirancang diperuntukkan untuk budidaya pertanian dan sebuah tempat untuk memasarkan hasil pertanian dan olahannya, seperti pasar sayuran dan tempat makan. Untuk peruntukkan bangunan sebagai lahan pertanian, akan menggunakan ruang dalam (indoor) untuk metode tanam hydroponic systems dan ruang luar (outdoor) sebagai pengembangan metode rockwool based systems. Dua metode tanam tersebut, diusahakan untuk dikembangkan dengan pendekatan menanam secara vertikal yang bertujuan sebagai optimalisasi penggunaan lahan. Namun hal tersebut juga berlandaskan dari karakteristik dan kebutuhan objek tanaman yang akan dikembangkan, karena tidak semua tanaman dapat diperlakukan dengan sama

3.2 Metode Desain

3.2.1 Environmental Strategy

Mengadaptasi proses merancang berbasis iklim mikro dari Brown (2010) dalam buku *Design with Microclimate*, dengan menambahkan beberapa komponen yang diperlukan dalam rancangan, berikut tahapan metode rancang yang digunakan:

1. Iklim.

Menentukan iklim mikro yang akan diterapkan pada rancangan. Mengumpulkan dan menganalisis data iklim untuk mengetahui karakteristik masing-masing iklim. Rekayasa iklim mikro pada rancangan difokuskan pada jenis iklim sedang.


Tabel 3. 1 Perbandingan Karakteristik Iklim

Karakteristik	Iklim Tropis	Iklim Sedang
Letak	Asia Tenggara, Asia Selatan, Timur Tengah, Afrika Tengah, dan Amerika Tengah	Eropa, Amerika Utara dan sebagian Amerika Selatan
Suhu Udara	Tinggi. 25-36 derajat celcius	22-27 derajat celcius.
Curah Hujan	Tinggi	Sedang
Sinar Matahari	Sepanjang tahun	Tergantung musim
Tekanan Udara	Rendah	Berubah-ubah. Banyak terdapat gerakan udara siklonal
Musim	2 musim. Panas dan hujan	4 musim. Panas, gugur, dingin dan semi
Lain-lain	Mempunyai 2 angin muson, barat dan timur	Tekanan udara dan arah angin sering mengalami perubahan yang tidak menentu

2. Preseden.

Meninjau preseden bangunan yang sesuai dengan konsep rancangan. Menemukan preseden rancangan urban farming yang menerapkan sistem rekayasa iklim didalamnya.

Tabel 3. 2 Analisis Konsep Preseden

Preseden	Konsep
Agro-main-ville Food-Farm Tower 	Desain bangunan vertikal bertujuan memaksimalkan sinar matahari dan menambah nilai bangunan dari segi estetika. Penerapan konsep sustainable urban farming dengan budidaya pangan lokal, upaya pengurangan emisi karbon dan peningkatan kualitas udara. (Matroos, 2016)
Agriculture Hub – Bayanihan Sa Amianan	Latar belakang konsep revitalisasi pedesaan dan inklusivitas ekonomi pada sektor pertanian suatu wilayah menjadi landasan ide desain arsitektur. Menciptakan rasa komunitas untuk sektor pertanian melalui tatanan bangunan.

	<p>Menciptakan keterhubungan antara masyarakat, petani, pemerintah dan investor bisnis. (Domingo, 2019)</p>
<p>Pasona Urban Office</p> 	<p>Fasilitas pertanian perkotaan yang terintegrasi di dalam gedung. Bangunan urban farming yang direalisasikan di dalam gedung perkantoran. Menggunakan pertanian berbasis hidroponik dan tanah. Dilengkapi dengan HEFL, lampu neon dan LED dan sistem irigasi otomatis. Kontrol iklim yang memantau kelembaban, suhu, dan angin untuk menyeimbangkan kenyamanan manusia dan mengoptimalkan pertumbuhan tanaman selama jam kerja. (Allen, 2013)</p>
<p>Tunas Farm</p>  <p>sumber: https://malangvoice.com/</p>	<p>Tunas Farm mengusung konsep urban farming yang menerapkan metode <i>indoor vertical farming</i> yang menggabungkan pertanian hidroponik dengan teknologi IoT, semua proses penanaman dan ruangan dapat dikontrol dan dipantau. Fasilitas Tunas Farm dibuat berdasarkan standar GAP (Good Agriculture Process) serta menggunakan teknologi Controlled Environment, yang bertujuan untuk menjaga kualitas tanaman.</p>
<p>Guggenheim Museum</p>  <p>Sumber: https://www.guggenheim.org</p>	<p>Pada Museum Seni Guggenheim terdapat atrium besar dan bagian atasnya berupa kubah kaca yang luas. Di sepanjang sisi atrium merupakan jalan spiral terus menerus yang melingkar ke atas sebanyak enam lantai, sepanjang lebih dari seperempat mil, memungkinkan satu lantai terhubung ke lantai lain. Ramp juga menciptakan prosesi di mana pengunjung menikmati seni yang ditampilkan di sepanjang dinding saat menuju ke atas.</p>

3. Modifikasi.

Menentukan sistem modifikasi iklim bangunan. Menentukan hubungan antara karakteristik lahan dan iklim eksisting (melalui penggunaan model atau diagram).

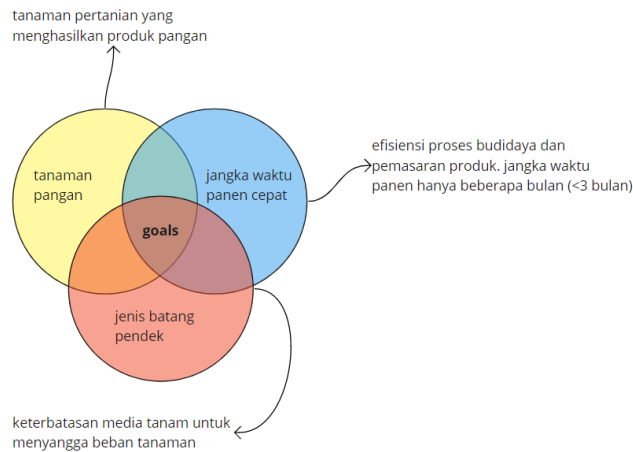
4. Tanaman.

Penentuan dan klasifikasi tanaman pertanian berdasarkan kebutuhan penyesuaian iklim mikro. Mendefinisikan kebutuhan budidaya tanaman. Objek tanaman yang dikembangkan dalam rancangan urban agriculture tidak hanya berasal dari tanaman

lokal, mengingat kondisi geografi Kota Surabaya yang merupakan dataran rendah dan cuaca yang sering berubah, membuat variasi tanaman dan proses penanamannya menjadi tidak stabil. Sehingga dalam rancangan akan mengembangkan variasi tanaman yang umumnya tidak sesuai dengan kondisi iklim dan geografi Kota Surabaya. Jenis tanaman yang akan dikembangkan adalah jenis tanaman untuk iklim sedang.

Semua jenis tanaman pertanian perlu dikelola khusus sesuai dengan karakteristik tanaman tersebut, sehingga jika penanamannya tidak sesuai dengan lokasi alaminya, diperlukan penyesuaian agar tanaman tersebut dapat tumbuh sesuai perkiraan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah merekayasa iklim dan lingkungan bagi tanaman yang akan dikembangkan, yang selanjutnya lingkungan hasil rekayasa tersebut lebih sering dikenal dengan istilah controlled environment.

Langkah pertama yang dilakukan dalam penentuan tanaman yang akan dibudidayakan yaitu dengan mengetahui jenis tanaman pangan yang tumbuh di masing-masing iklim. Selanjutnya dengan menentukan kriteria tanaman yang mampu dibudidayakan dalam iklim mikro urban farming, diikuti juga kriteria dari efisiensi proses budidaya tanaman.



Gambar 3. 1 Visualisasi Indeks Komposit Ketahanan dan Kerentanan Pangan Kota Surabaya Tahun 2020

5. Transfer Domain.

Komunikasi desain sesuai dengan domain arsitektur. Modifikasi iklim mikro melalui desain arsitektural.

Tabel 3. 3 Analisis Kebutuhan Penerapan Rekayasa pada Tanaman Iklim Sedang

	Karakteristik	Eksisting Iklim (Tropis)	Permasalahan	Solusi	Penerapan Rekayasa
Suhu Udara	Summer. 15-25 derajat celcius	Temperatur tinggi. 28-36 derajat Celsius	Perbedaan suhu	Menurunkan temperature udara	Ruangan pendingin untuk tanaman musim dingin
Intensitas Pengairan	Sedang	Tinggi	Pengairan iklim tropis lebih tinggi	Mengelola kebutuhan air bagi tanaman	Ruang Irigasi Tanaman
Tekanan Udara	Berubah-ubah. Banyak terdapat gerakan udara siklonal	Rendah	Kelembapan udara iklim tropis yang sering tinggi	Mengkondisikan sesuai kebutuhan tanaman	Pengaturan suhu dan tingkat air

Sinar Matahari	Tergantung musim	Sepanjang tahun	Kebutuhan sinar matahari tidak sebanyak perolehan sinar matahari di iklim tropis	Mengurangi intensitas penyinaran	Pengkondisian ruang untuk penyinaran tanaman
-----------------------	------------------	-----------------	--	----------------------------------	--

6. Kriteria Rancangan.

Menentukan beberapa penilaian awal untuk ide rancangan, baik dari segi spasial, formal dan struktur bangunan

3.3 Kajian Teori Pendukung

3.3.1 Micro-Climate Design

Iklim mikro menggambarkan kondisi iklim lingkungan sekitar yang berhubungan langsung dengan organisme hidup dekat permukaan bumi maupun pada lingkungan terbatas. Dalam mendesain lanskap, yang perlu diperhatikan salah satunya adalah besar dan waktu penggunaan energi. Ketika mulai merencanakan tata letak situs, perlu mempertimbangkan setiap elemen program dalam kaitannya dengan kondisi iklim mikro yang ideal.

Menurut Brown (2010), elemen utama yang penting untuk diketahui dalam rancangan iklim mikro adalah sebagai berikut:

1. **Matahari** menyediakan sumber utama pemanasan untuk benda-benda di lanskap. Matahari bergerak dengan cara yang sangat dapat diprediksi melalui langit. Jumlah pemanasan di berbagai bagian lanskap dapat diubah melalui pemilihan dan penempatan elemen lanskap, tetapi jauh lebih mudah untuk mengurangi masukan kehangatan daripada meningkatkannya.
2. **Angin** menyediakan sumber utama pendinginan untuk objek hangat (seperti orang dan rumah) di lanskap. Ini bergerak dengan cara yang agak dapat diprediksi melalui lanskap, dan jumlah pendinginan di berbagai bagian lanskap dapat diubah melalui pemilihan dan penempatan elemen lanskap, tetapi lebih mudah untuk mengurangi pendinginan daripada meningkatkannya.
3. **Suhu dan kelembaban** udara tidak dapat banyak diubah oleh lanskap, kecuali dalam keadaan tertentu.
4. Di musim panas, Anda biasanya dapat memiliki dampak terbesar pada iklim mikro dengan mengurangi radiasi matahari yang diserap oleh suatu objek. Di musim dingin, Anda biasanya dapat memiliki dampak terbesar dengan mengurangi kecepatan angin yang bertiup pada benda yang hangat. Di musim semi dan musim gugur, radiasi matahari dan angin memiliki efek yang cukup mirip, sehingga Anda akan memiliki dampak terbesar dengan mengurangi angin tanpa mengurangi radiasi matahari yang diterima.
5. Ketika **kenyamanan termal** orang-orang di lanskap menjadi perhatian utama, pikirkan (a) panas yang ditambahkan ke seseorang (sebagian besar karena radiasi matahari dan radiasi terestrial yang diterima) dan (b) panas yang terbawa dari seseorang (sebagian besar karena angin dan radiasi terestrial yang dipancarkan).

BAB 4

KONSEP DESAIN

4.1 Kriteria Iklim dan Tanaman Pangan

Pemilihan iklim sedang (temperate climate) sebagai target iklim mikro yang akan dirancang dalam bangunan. Tanaman pangan iklim sedang (temperate crops) dipilih karena perbedaan karakteristiknya dengan kondisi iklim tropis, sehingga bertujuan untuk meningkatkan variasi pangan lokal.











Terdapat beberapa batasan dalam menentukan kriteria tanaman yang akan dibudidayakan dalam rancangan, antara lain:

Tabel 4. 1 Kriteria Tanaman Budidaya

No	Kriteria Tanaman	Definisi
1	Hortikultura	Fokus pada budidaya taman (lansekap), tanaman bunga, tanaman sayur, tanaman buah, dan tanaman obat. Karakteristik produk hortikultura yaitu perisabel / mudah rusak, sehingga lebih baik dikonsumsi saat kondisi segar.
2	<i>Olericulture Crops</i>	Cabang dari hortikultura yang lebih fokus pada budidaya tanaman sayur.
3	<i>Leafy Vegetables</i>	Sayuran berdaun, kelompok luas tanaman hortikultura yang secara kasar dapat didefinisikan sebagai “sayuran yang dibudidayakan untuk dimakan bagiannya yang terdiri dari struktur daun, yang terdiri dari lamina, tangkai daun, pelepah dan urat.
4	<i>Harvest Time < 3 months</i>	Masa panen kurang dari tiga bulan, sebagai aspek efisiensi siklus dalam proses budidaya dan pemasaran produk.

Budidaya difokuskan pada tanaman sayuran yang memiliki batang kecil, sehingga pembudidayaan dapat dengan mudah dilakukan didalam ruangan. Berikut merupakan daftar jenis tanaman pangan dari iklim sedang yang memenuhi kriteria dan akan dibudidaya dalam rancangan.

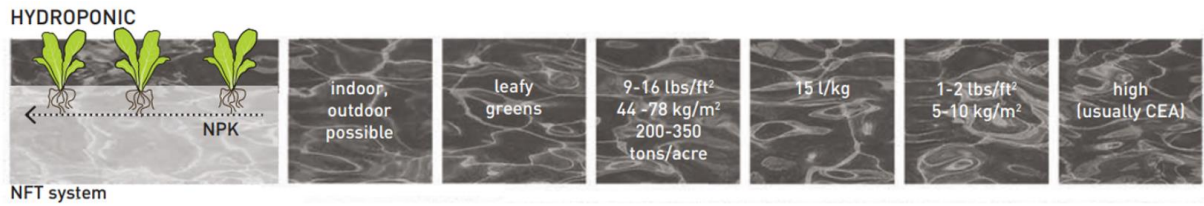
Tabel 4. 2 Tanaman Iklim Sedang yang akan di Budidaya

				
Endive	Chicory	Mustard	Kale	Savoy
				
Arugula	Watercress	Swiss Chard	Lamb's lettuce	Borage

4.2 Sistem Budidaya

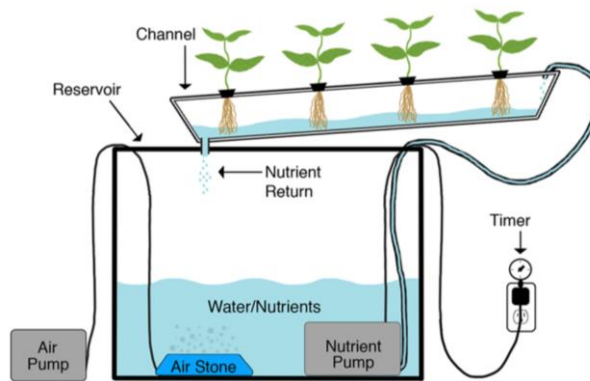
Sistem budidaya dalam rancangan menggunakan penerapan sistem pertanian jenis hidroponik (soil-less system) yang memanfaatkan cairan nutrisi sebagai media tanam.

Penggunaan larutan dengan konsentrasi dan komposisi yang terukur, mempermudah dalam mengontrol nutrisi air dan mineral tanaman.



Gambar 4. 1 Spesifikasi Budidaya Sistem NFT (Proksch, 2017)

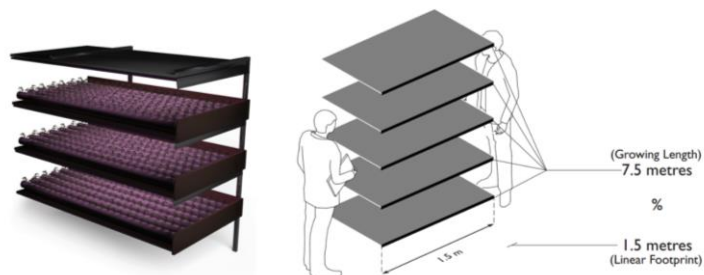
Hidroponik memiliki beberapa jenis model sistem yang dapat diterapkan, untuk rancangan akan menerapkan sistem NFT (Nutrient Film Technique). Teknologi hidroponik dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi dan oksigen.



Gambar 4. 2 Sistem Hidroponik NFT (Proksch, 2017)

Nutrisi dipompa ke tanaman melalui aliran air yang tipis setebal 1-3 mm, kemudian akar tumbuhan bersentuhan dengan lapisan tipis nutrisi yang mengalir, secara terus menerus dengan kecepatan aliran sekitar 1-2 liter per menit.

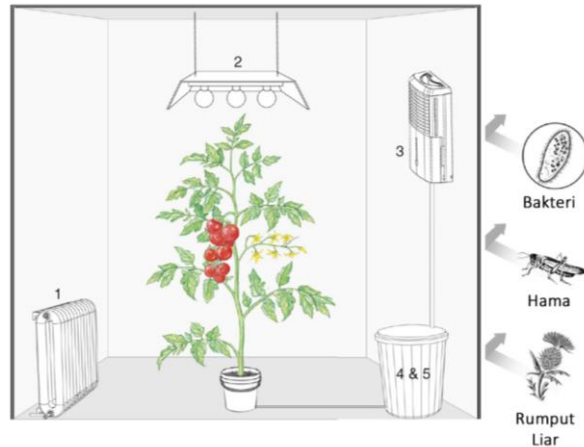
Sistem pertumbuhan tanaman secara vertikal dengan menerapkan sistem stacked bed, yaitu menggunakan susunan papan pipa sejajar keatas. Sistem ini memungkinkan penggunaan lahan yang sangat produktif, karena mampu menyediakan lebih banyak ruang untuk pembudidayaan tanaman. Mengharuskan ketersediaan pencahayaan buatan di setiap tingkat papan.



Gambar 4. 3 Sistem Stacked Bed (James, 2011)

4.3 Penerapan Teknologi

Metode rekayasa iklim didalam bangunan mengharuskan beberapa sistem teknologi bekerja pada bangunan. Alur dan sistem yang bekerja pada bangunan bertujuan memfasilitasi siklus hidup tanaman budidaya. Penerapan teknologi pada sistem rekayasa iklim yang dikhususkan untuk tanaman budidaya dibagi menjadi dua konsep utama, Internet of Things dan penggunaan sensor.



Gambar 4. 4 Sistem Sederhana Rekayasa Iklim

Gambar diatas merupakan contoh diagram sederhana dari sistem rekayasa iklim dalam ruangan. Setiap objek dalam ruangan memiliki fungsi masing-masing, antara lain:

- 1) Pengendali temperatur berfungsi untuk mengontrol suhu dalam ruangan
- 2) Pencahayaan buatan berfungsi sebagai sumber cahaya bagi tanaman untuk fotosintesis
- 3) Pengendali kelembapan, mengatur penghawaan dalam ruangan dan memaksimalkan pergerakan udara dalam ruangan
- 4) Irigasi, sebagai sumber utama bagi tanaman untuk mendapatkan air dan unsur hara
- 5) Pengendali nutrisi tanaman, mengatur kebutuhan nutrisi tanaman

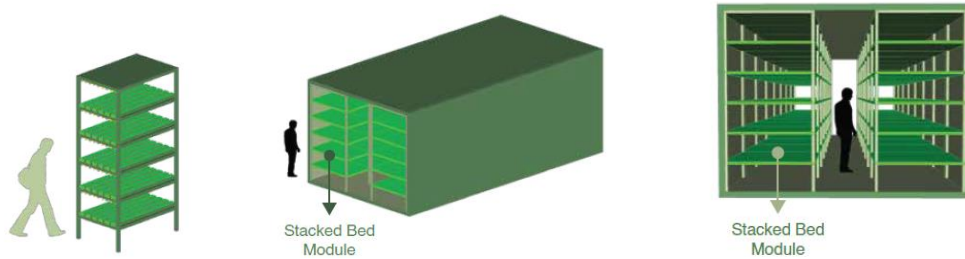
Internet of Things (IoT) merupakan sebuah objek tertentu yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data lewat melalui jaringan dan tanpa adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. Dalam konteks rancangan, penggunaan IoT berfungsi untuk mengendalikan lingkungan dan memelihara tanaman dari jarak jauh. Elemen yang tercakup dalam Internet of Things antara lain penggunaan software, konektivitas tiap atribut budidaya tanaman, pendeteksi lokasi, dan penggunaan data analisis.

Penggunaan sensor pada tanaman berfungsi sebagai alat pengukur yang mengubah stimulus eksternal, sinyal input, menjadi sinyal output yang dapat diukur. Sensor menjadi perangkat yang akan mengubah ukuran makroskopik (cahaya, daya, tekanan, dll.) menjadi ukuran yang dapat diukur secara elektrik, kemudian, setelah memproses sinyal listrik ini, akan mengubahnya menjadi sinyal standar dengan karakteristik tertentu. Lapisan Sensor pada rancangan digunakan untuk pengumpulan dan pemantauan data. Input data dari berbagai variabel iklim dan tanah yang terlibat dalam pertumbuhan dan produksi tanaman.

4.4 Eksplorasi Formal

Berangkat dari konsep pengembangan pertanian secara vertikal yang menggunakan sistem stacked bed, yaitu susunan papan pipa sejajar keatas, meningkatkan produktivitas lahan

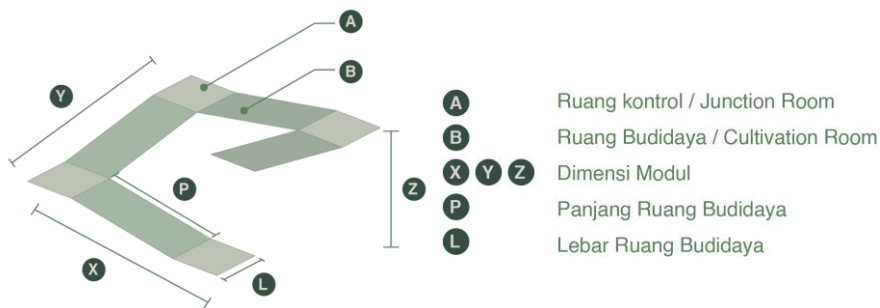
karena mampu menghasilkan lebih banyak ruang. Sistem tersebut dijadikan sebagai modul untuk kegiatan kultivasi tanaman.



Gambar 4. 5 Eksplorasi Bentuk Modul Budidaya

Pemilihan bentuk modular dari segi efisiensi penggunaan lahan dan sebagai strategi pengembangan jangka panjang (supaya tidak mengganggu sistem yang sudah terbangun). Ketika di masa depan terdapat rencana untuk menambah massa dan fungsi bangunan, cukup dengan melanjutkan desain eksisting bangunan, tanpa mengubah bentuk bangunan secara keseluruhan.

Dilanjutkan dengan konsep sirkulasi spiral. Pemilihan bentuk spiral untuk menunjang sistem irigasi pada pertanian, dengan memanfaatkan gravitasi dan kemiringan di setiap level yang mampu mengalirkan air dari level paling atas hingga paling bawah. Dari beberapa proses dan ide penataan beberapa modul stacked bed, dihasilkan penataan sirkulasi seperti gambar dibawah, setiap modul lantai saling terhubung dengan ketinggian tertentu.



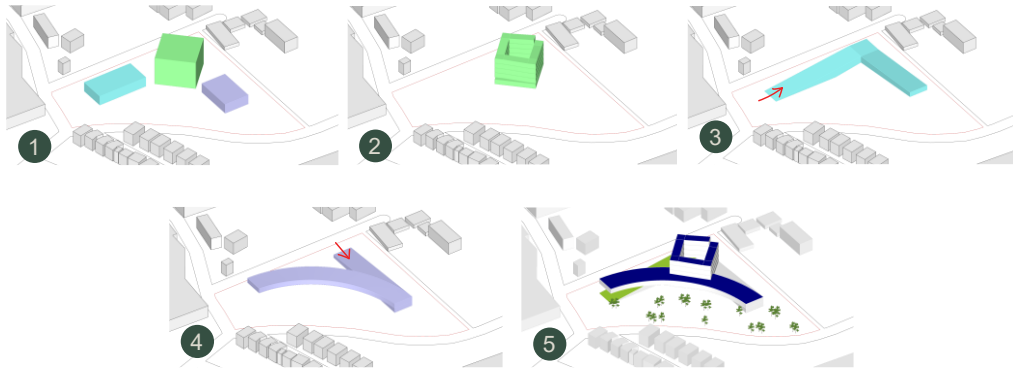
Gambar 4. 6 Visualisasi Ide Pengaturan Ruang Budidaya

Satu modul bangunan memiliki kemiringan tertentu dan membentuk bangunan berdasarkan level ketinggian, terdiri dari 4 ruang kontrol (penunjang utilitas) dan 4 ruang budidaya.



Gambar 4. 7 Rancangan Modul dalam Rancangan

Eksplorasi formal selanjutnya terletak pada kesinambungan satu sama lain antara orientasi bentuk bangunan dan lahan. Fungsi bangunan terbagi menjadi tiga; bangunan pertanian; bangunan komersial; dan sarana edukasi. Sehingga massa pada lahan terbagi berdasarkan fungsi. Orientasi lahan menghadap kearah tenggara, yang merupakan sisi yang paling mudah terlihat oleh pengguna jalan di sekitar lahan, sehingga konsep visual seluruh massa dihadapkan pada sisi tenggara.

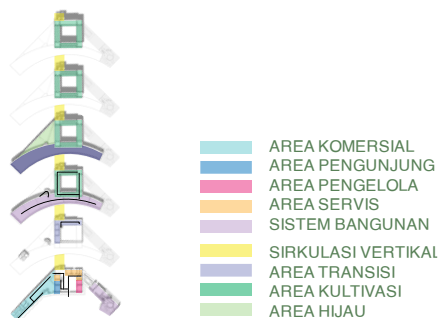


Gambar 4. 8 Tranformasi Formal Rancangan

Keterangan:

1. Pembagian 3 massa pada lahan berdasarkan fungsi. Fungsi bangunan adalah pertanian, komersial dan edukasi.
2. Massa utama diletakkan di tengah lahan. Massa utama difungsikan sebagai bangunan pertanian yang menjadi konsep utama.
3. Akses utama pengunjung memasuki bangunan. Massa diperpanjang untuk memaksimalkan ruang dan menghubungkan bentuk antar massa.
4. Akses lain (area servis) memasuki bangunan. Massa diperpanjang untuk memaksimalkan ruang dan menghubungkan bentuk antar massa. Massa berbentuk lengkung selanjutnya akan difungsikan sebagai area pameran dan ruang berkumpul (semipublik).
5. Green space dan atap sebagai letak panel surya. Hasil gabungan dari ketiga massa yang dileburkan menghasilkan area atap yang mampu dimanfaatkan lebih lanjut.

4.5 Eksplorasi Spasial

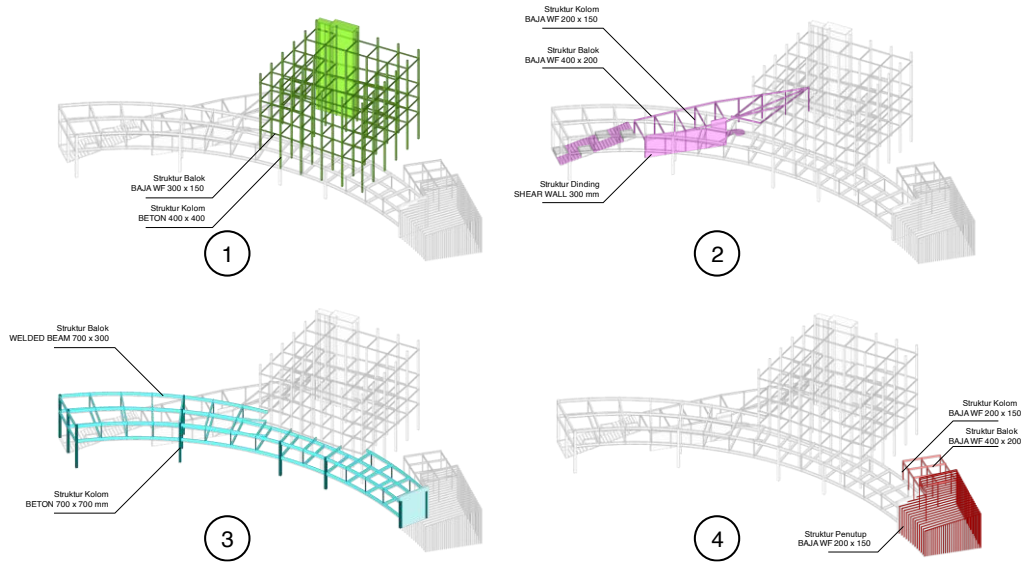


Gambar 4. 9 Konsep Spasial Rancangan

Fungsi ruang dalam bangunan didasarkan pada kebutuhan dan ruang-ruang yang saling mengakomodasi. Ruang yang menjadi konsep utama diletakkan center pada massa bangunan

dan lahan agar mudah terlihat oleh pengunjung. Massa bangunan komersial, edukasi dan fungsi penunjang lainnya diletakkan mencakup bangunan pertanian.

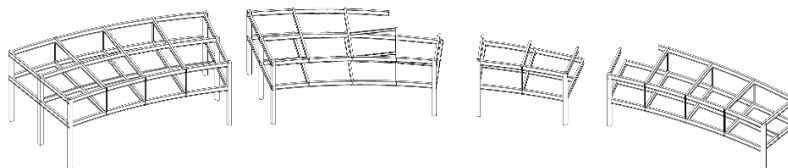
4.6 Eksplorasi Teknis



Gambar 4. 10 Konsep Struktur Rancangan

Keterangan:

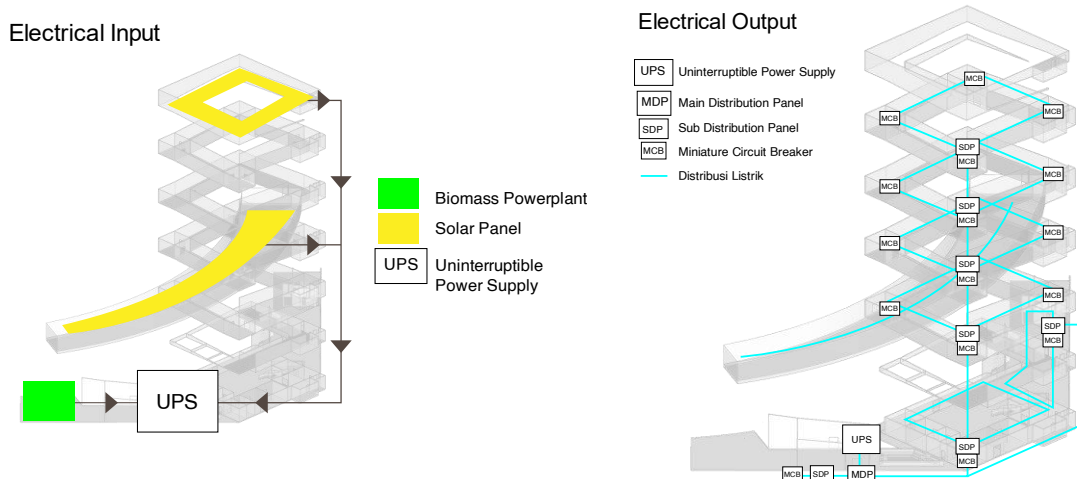
- 1) Struktur bangunan budidaya (pertanian), menggunakan gabungan struktur baja dan beton. Pada struktur balok, menggunakan baja WF berukuran 300 x 150 mm, pemilihan bahan struktur diikuti dengan pertimbangan kemampuan menahan beban dengan ukuran yang lebih sederhana/kecil, sedangkan pada kolom menggunakan struktur beton berukuran 400 x 400 mm.
 - 2) Bangunan komersial, menggunakan struktur baja dan shear wall setebal 300 mm pada sisi yang bersinggungan dan menopang massa exhibition. Struktur kolom menggunakan baja WF dengan ukuran 200 x 150 mm, sedangkan struktur pada balok menggunakan baja WF ukuran 400 x 200.
 - 3) Massa dengan bentuk melayang tersebut difungsikan sebagai tempat exhibition dan sarana edukasi pengunjung. Menggunakan welded beam ukuran 700 x 300 pada struktur balok dan struktur kolom menggunakan beton berukuran 700 x 700 mm.
- Penggunaan sistem struktur dilatasi pada bangunan, massa ini dibagi kembali menjadi 4 bagian yang memiliki struktur terbagun yang berbeda, seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4. 11 Penerapan Sistem Struktur Dilatasi

- 4) Massa penunjang dari keseluruhan fungsi bangunan. Struktur kolom menggunakan baja WF berukuran 200 x 150 mm dan baja WF ukuran 400 x 200 mm pada struktur balok. Pada masa penunjang terdapat mesin pembangkit listrik lokal yang diberikan struktur penutup menggunakan bahan baja WF 200 x 150 mm.

4.7 Sistem Utilitas

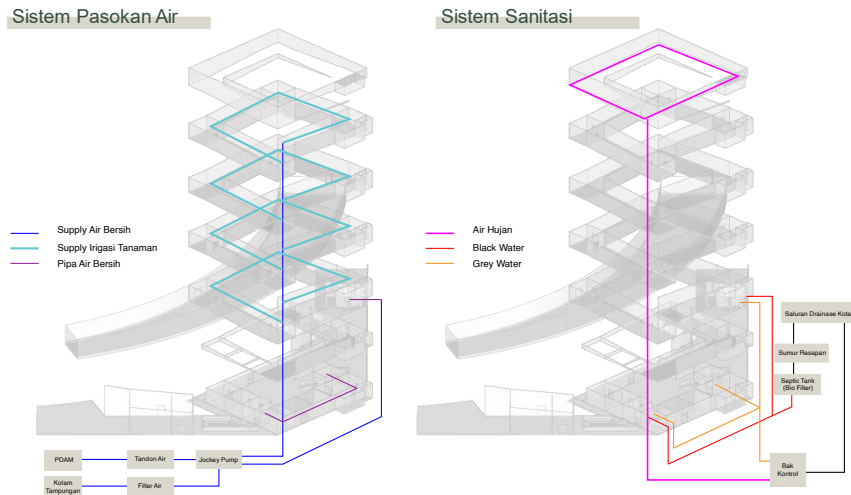


Gambar 4. 12 Konsep Sistem Elektrikal Rancangan

Pada rancangan menerapkan sistem pengelolaan sumber daya siklus tertutup, sehingga sebagai pemasok listrik dalam bangunan, memanfaatkan teknologi solar panel dan pengadaan mesin pembangkit listrik tenaga biomassa. Dua sumber daya listrik tersebut menghasilkan listrik yang kemudian energinya disimpan kedalam mesin UPS (Uninterruptible Power Supply) untuk selanjutnya digunakan oleh sistem elektrikal bangunan.

Pengonversian tenaga matahari menjadi energi listrik pada panel surya, dengan menggunakan sistem hybrid on-grid dan off-grid, supaya penggunaan listrik lebih efisien dikarenakan kebutuhan sistem elektrikal bangunan memerlukan penggunaan energi listrik dalam jangka waktu yang berkepanjangan dan sangat diupayakan agar tidak terjadi mati listrik secara tiba-tiba.

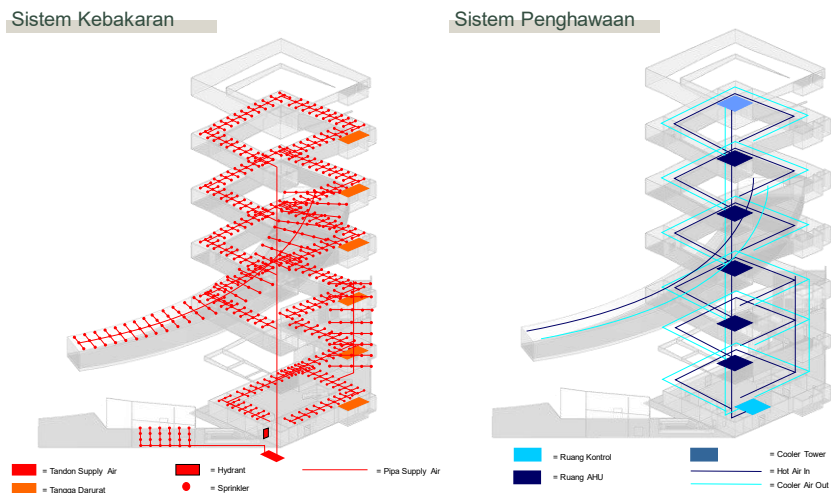
Sistem panel surya on-grid memanfaatkan energi matahari yang berjalan bersamaan dengan listrik PLN, bertujuan untuk menekan biaya penggunaan listrik PLN. Sedangkan sistem off-grid memanfaatkan tenaga matahari yang berdiri sendiri, grid panel surya bekerja secara bergantian.



Gambar 4. 13 Konsep Sistem Perpipaan

Sistem pasokan air (plumbing input) memanfaatkan kolam tampungan sebagai sumber daya penunjang kebutuhan air selain dari sumber PDAM, menggunakan tandon bawah yang dilengkapi dengan jockey pump sebagai penghantar kebutuhan air dalam bangunan. Media jockey pump dapat menyalurkan air dengan menyesuaikan kebutuhan dan intensitas penggunaannya dalam bangunan.

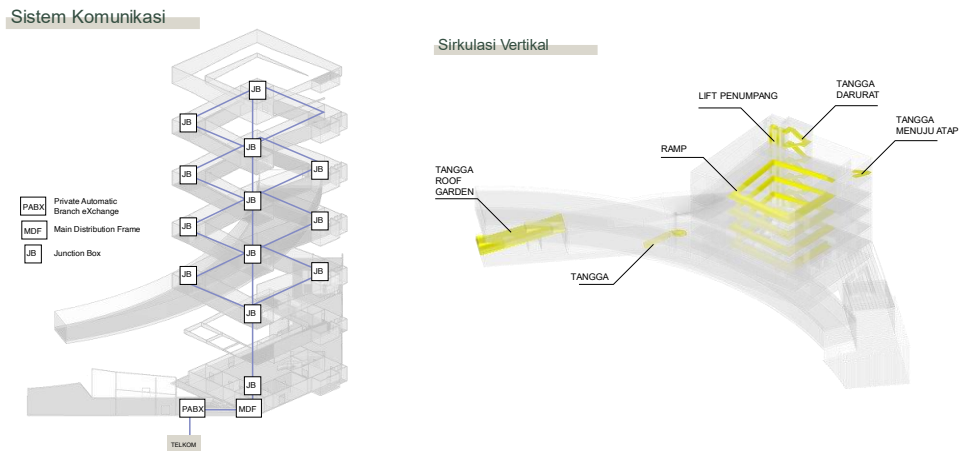
Sistem sanitasi bangunan memanfaatkan penggunaan beberapa bak kontrol untuk jalur pipa grey water sebelum disalurkan ke saluran drainase kota. Sedangkan untuk jalur pipa black water akan menuju bio filter (septic tank) yang lebih ramah lingkungan dan juga berfungsi sebagai media filtrasi limbah. Limbah yang tersaring akan dibuang dengan aman, sehingga lingkungan tidak tercemar.



Gambar 4. 14 Konsep Sistem Kebakaran dan Penghawaan Rancangan

Sistem kebakaran dalam bangunan terbagi menjadi sistem pasif dan aktif. Sistem pasif yang diterapkan berupa tangga darurat yang terletak di belakang bangunan dan beberapa simbol penanda jalur evakuasi. Sedangkan pada sistem aktif, terdapat hydrant dan sprinkler yang otomatis akan bekerja ketika terjadi keadaan darurat kebakaran.

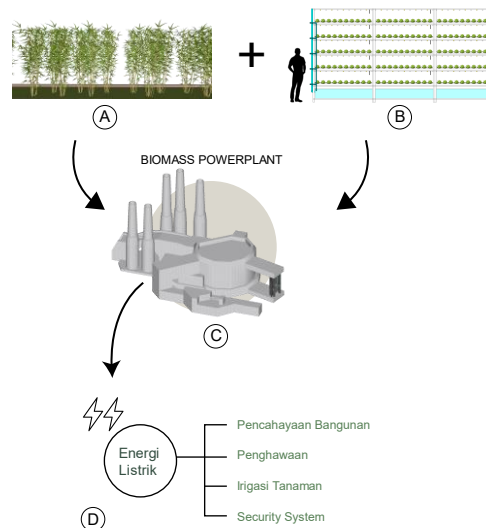
Sistem penghawaan pada bangunan menjadi salah satu sistem penting yang dibutuhkan dalam konsep rekayasa iklim bangunan. Penerapan sistem AC central yang memiliki sistem pengaturan dan ruang kontrol AHU pada setiap level bangunan.



Gambar 4. 15 Konsep Sistem Komunikasi dan Sirkulasi Vertikal

Sistem komunikasi berfungsi dalam kegiatan menyalurkan dan menerima laporan data secara real time, khususnya pada area kultivasi tanaman. Setiap modul ruang kultivasi memiliki sumber kontrolnya masing-masing, sehingga sangat memudahkan dalam pengelolaan. Informasi yang didapat dari sensor yang terbaca oleh sistem komunikasi, selanjutnya akan direspon dan ditindaklanjuti oleh petani/staff yang bertugas. Sirkulasi transportasi vertikal pada bangunan terdiri dari tangga, ramp dan lift. Ramp utama terletak pada tengah bangunan, berfungsi sebagai sirkulasi pengolahan tanaman dan penghubung antar ruang modul.

4.8 Sistem Pengolahan Limbah



Gambar 4. 16 Konsep Sistem Pengolahan Limbah

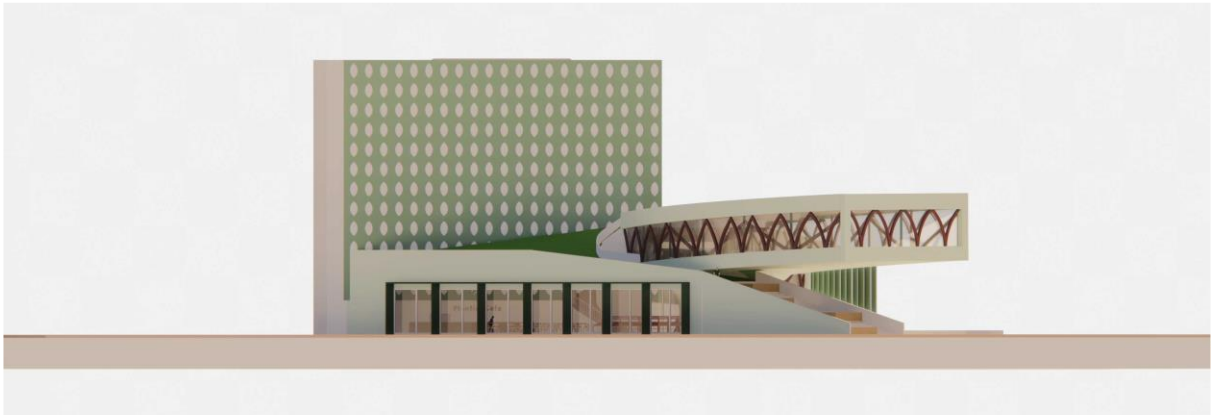
(A) Bambu yang menjadi vegetasi utama disekitar lahan. (B) Limbah tanaman yang rusak dan bahan organik sisa hasil pengolahan. Limbah bambu dan limbah tanaman pertanian dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar listrik menggunakan teknologi pengolahan limbah dari biomassa. (C) Pengolahan limbah organic dari tanaman menggunakan pembangkit listrik tenaga biomassa. (D) Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik lokal, mampu mengakomodasi kebutuhan listrik dalam bangunan.

BAB 5 DESAIN

5.1 Eksplorasi Formal



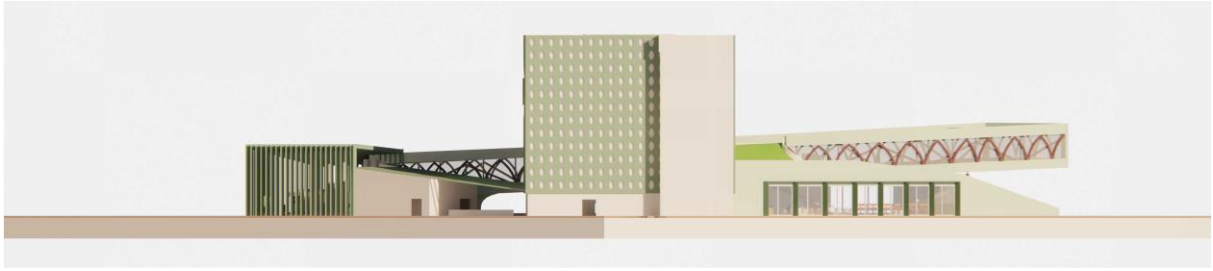
Gambar 5. 1 Tampak Tenggara Bangunan.



Gambar 5. 2 Tampak Barat Daya Bangunan



Gambar 5. 3 Tampak Timur Laut Bangunan

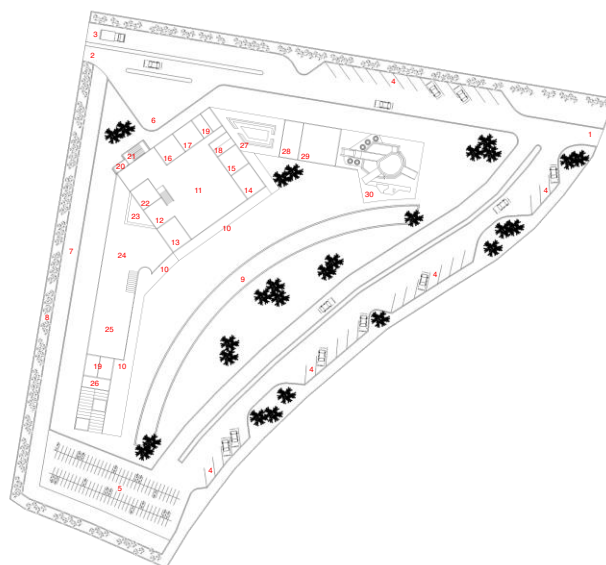


Gambar 5. 4 Tampak belakang bangunan.

5.2 Siteplan dan Layout Tapak



Gambar 5. 5 Siteplan Tapak

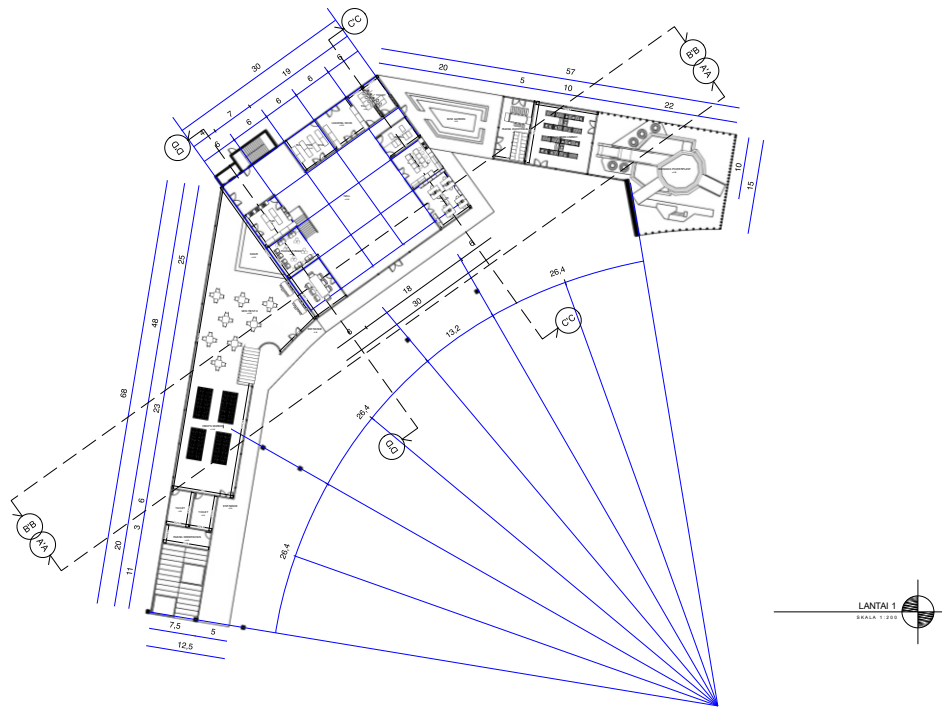


KETERANGAN:

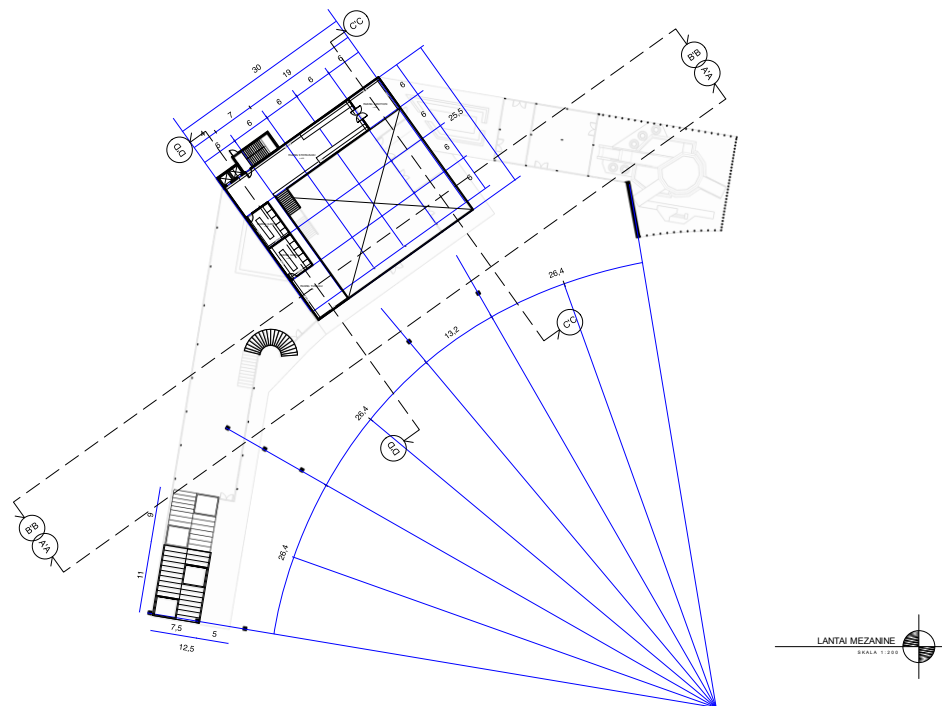
1. PINTU MASUK LAHAN
2. PINTU KELUAR LAHAN
3. PINTU MASUK LOADING DOCK
4. PARKIR MOBIL
5. PARKIR MOTOR
6. PARKIR LOADING DOCK
7. JALUR PEJALAN KAKI
8. NATURAL BUFFER
9. KOLAM
10. PINTU MASUK GEDUNG
11. HALL
12. RUANG TUNGGU
13. RUANG SERBAGUNA
14. KANTOR
15. LABORATORIUM
16. RUANG PENGOLAHAN
17. LOADING DOCK
18. MUSHOLA
19. TOILET
20. LIFT
21. TANGGA DARURAT
22. DAPUR
23. KASIR
24. MINI RESTO
25. CROPS MARKET
26. RUANG KEBERSIHAN
27. MINI GARDEN
28. RUANG ELEKTRIKAL
29. PENGOLAHAN LIMBAH
30. BIOMASS POWERPLANT

Gambar 5. 6 Layout Tapak

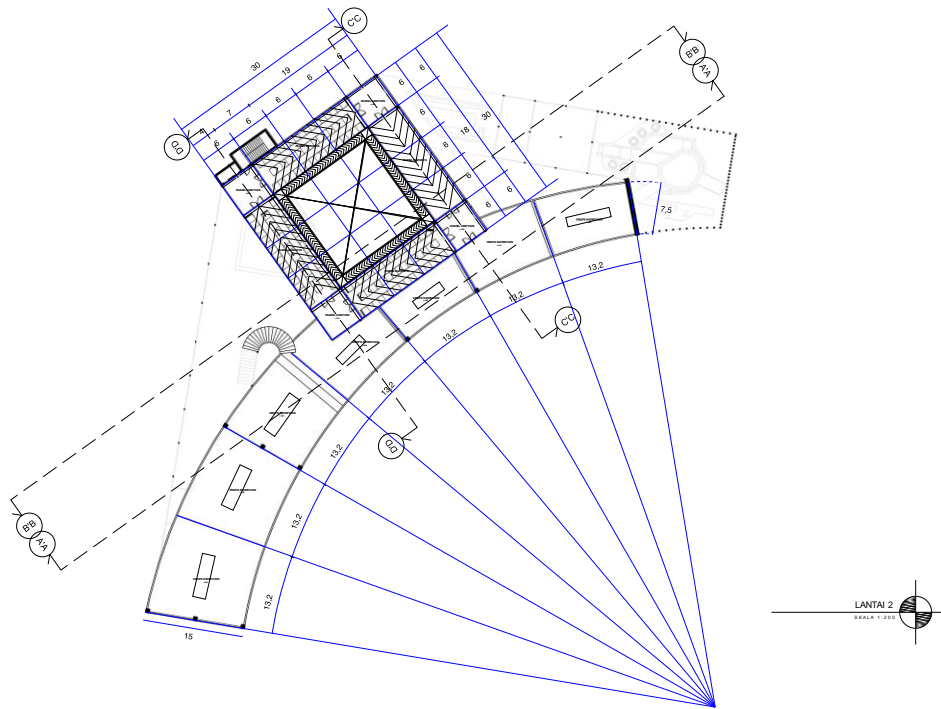
5.3 Eksplorasi Spasial



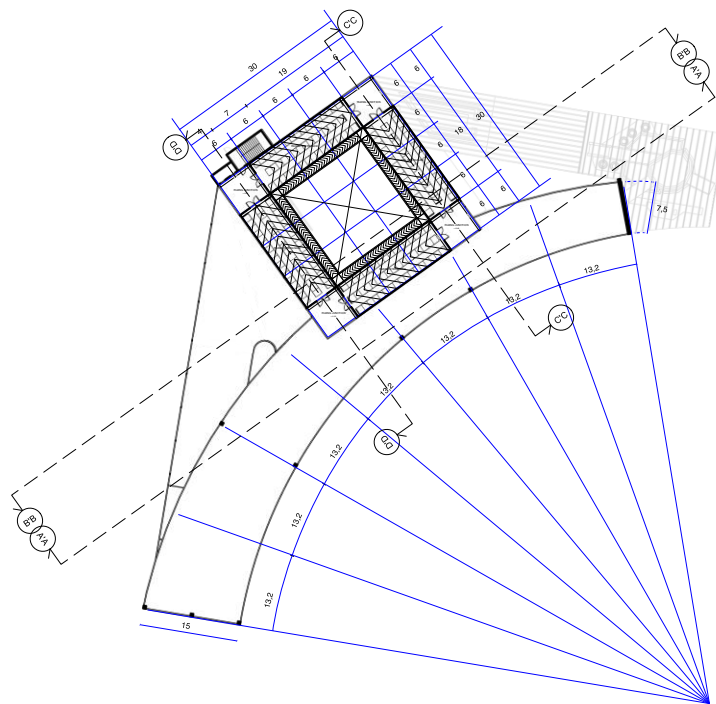
Gambar 5. 7 Denah Lantai 1



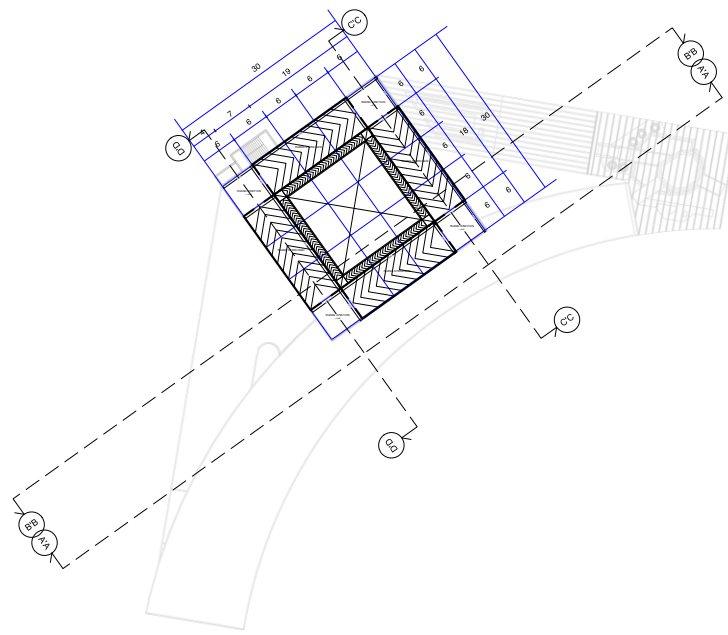
Gambar 5. 8 Denah Lantai Mezanin



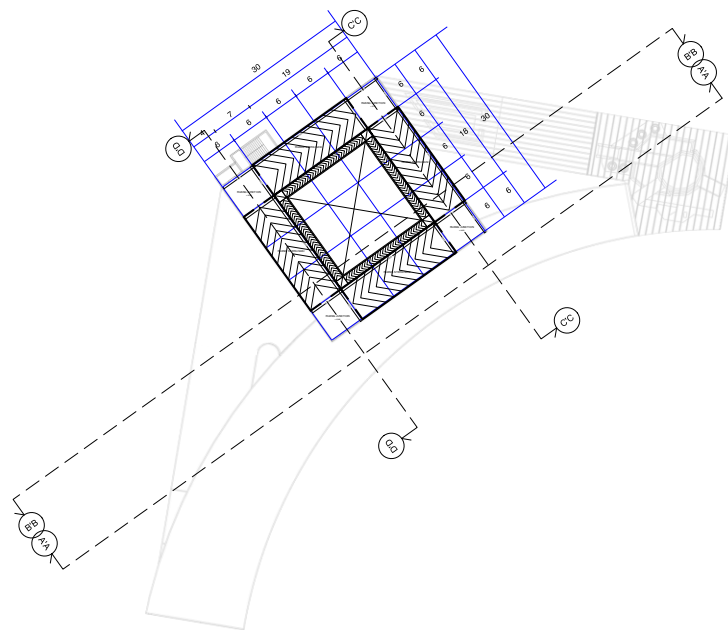
Gambar 5. 9 Denah Lantai 2



Gambar 5. 10 Denah Lantai 3

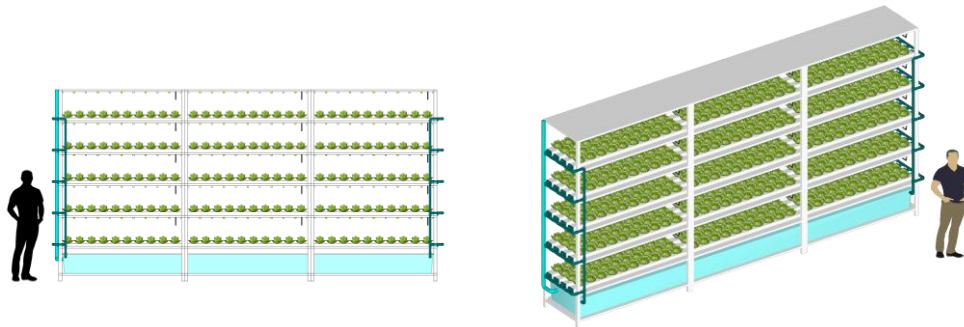


Gambar 5. 11 Denah Lantai 4

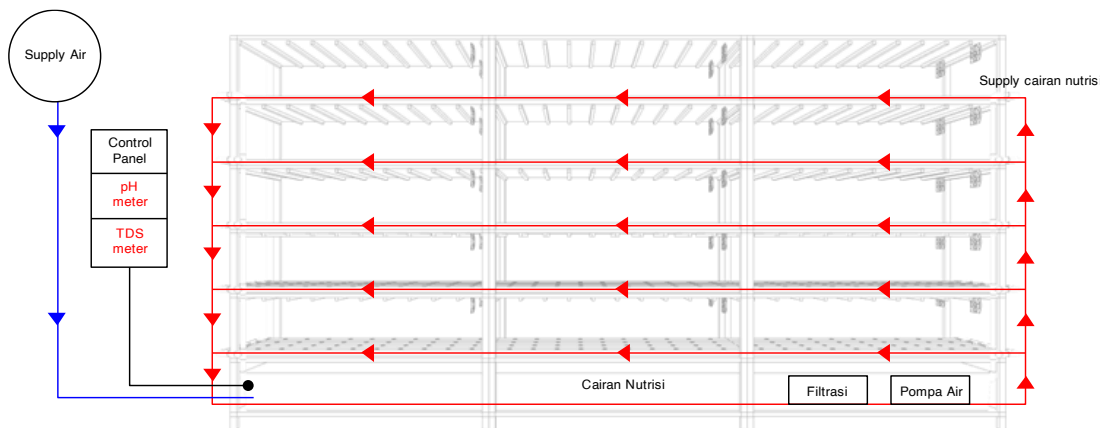


Gambar 5. 12 Denah Lantai 5

5.4 Eksplorasi Teknis



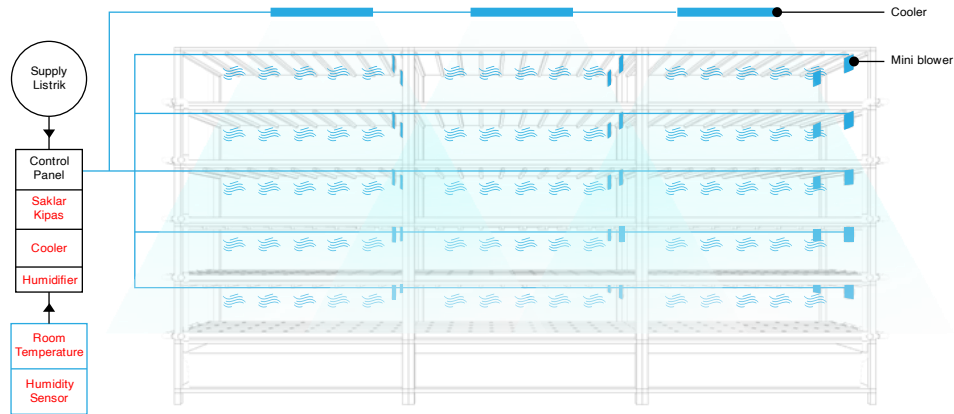
Gambar 5. 13 Visualisasi Modul Budidaya



Gambar 5. 14 Sistem Irigasi Tanaman

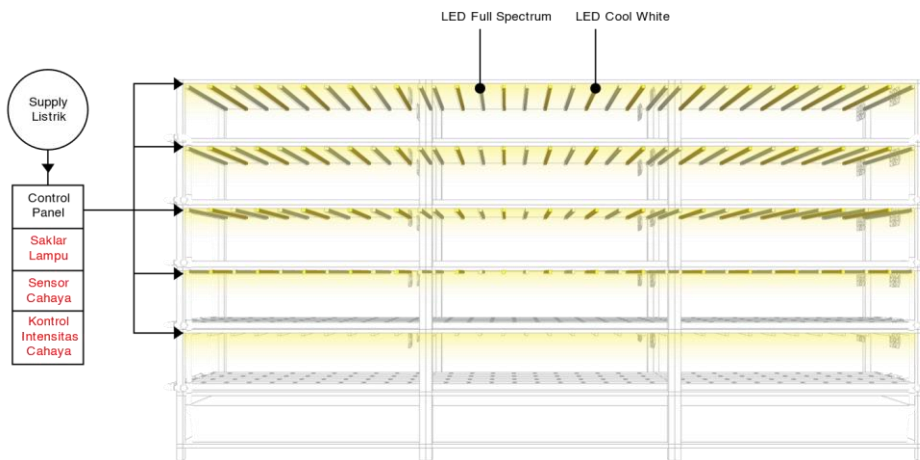
Penerapan teknologi hidroponik jenis NFT, yang menggunakan pergerakan cairan nutrisi sebagai media tanam. Sumber daya air utama berasal dari supply bangunan, kemudian dialirkan pada bak larutan nutrisi di setiap modul kultivasi. Pada bak nutrisi terdapat alat filtrasi yang berfungsi untuk menjaga kebersihan larutan, mesin aerator yang mampu menghasilkan gelembung oksigen dan pompa air yang menyuplai kebutuhan air secara vertikal keatas. Pompa air berfungsi menghantarkan larutan nutrisi pada setiap level stacked bed.

Setiap ruang modul budidaya juga terdapat panel kontrol terhadap sistem rekayasa iklim didalamnya. Teknologi yang diaplikasikan pada sistem irigasi pertanian antara lain adalah sensor pH dan nutrisi yang terlarut pada cairan nutrisi, sehingga pH meter dan TDS meter akan digunakan dalam sistem irigasi tanaman. pH meter berfungsi sebagai alat ukur tingkat keasaman air/larutan nutrisi hidroponik, sedangkan TDS meter berfungsi untuk mengukur total padatan (mineral, garam, atau logam) yang terlarut dalam sejumlah volume air.



Gambar 5. 15 Sistem Penghawaan

Tiap ruang budidaya terdapat cooler untuk mengatur suhu dan kelembapan udara. Setiap jarak 2-meter tanaman, terdapat mini blower guna memaksimalkan pergerakan udara pada ruangan. Teknologi yang dimanfaatkan adalah sensor kelembapan udara dan temperature ruangan.



Gambar 5. 16 Sistem Pencahayaan Buatan

Pencahayaan tanaman menggunakan 2 jenis lampu LED (grow light full spectrum dan cool white) yang menunjang pertumbuhan tanaman. Setiap jenjang pertumbuhan tanaman mulai dari pembibitan hingga masa panen, membutuhkan intensitas dan lama penyinaran cahaya yang berbeda-beda, sehingga pada panel kontrol sistem terdapat sensor cahaya dan teknologi yang mampu mengontrol intensitas penyinaran setiap tanaman.

5.5 Implementasi Kriteria Desain dan Konsep Rancangan



Gambar 5. 17 Siteplan Lahan

S1. GSB 3 meter

- GSB mengelilingi lahan selebar 3 meter, pada zona GSB dimanfaatkan sebagai ruang hijau

S2. Natural Buffer

- Pengadaan natural buffer di sisi barat dan selatan yang langsung berhadapan dengan kawasan pabrik
- Bambu sebagai natural buffer yang ditanam pada lahan. Bambu merupakan tanaman yang mampu menyerap polusi udara secara efektif. Limbah bambu juga dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar listrik menggunakan teknologi pengolahan limbah dari biomassa. Bambu merupakan tanaman yang perkembangbiakkannya termasuk mudah, sehingga dapat menjadi sumber biomassa secara berkala.

S3. Kolam Tampung Air

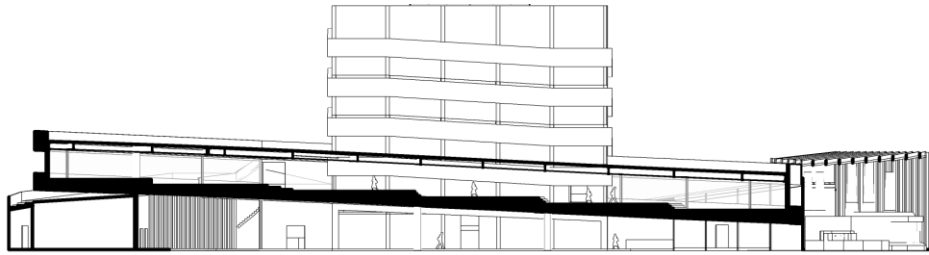
- Kolam diletakkan di area tengah lahan dan mengikuti bentuk bangunan, sehingga memudahkan akses dalam penggunaan dan pengelolaan sumber daya air lebih lanjut, terutama untuk kebutuhan irigasi pertanian

S4. South East Main View

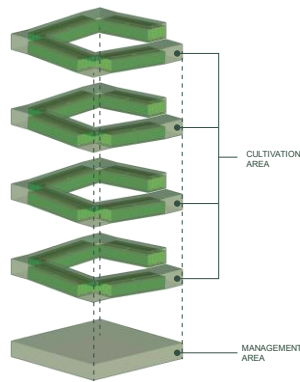
- Fasad utama lahan terletak pada sisi tenggara, karena dari posisi tersebut, pengunjung dapat dengan mudah memiliki akses visual terhadap lahan.

S5. Letak Bangunan

- Lahan yang digunakan sebagai bangunan, diletakkan menyudut di arah barat laut. Mendukung view dan fasad utama dari site yang menghadap ke arah tenggara.



Gambar 5. 18 Potongan A-A'



Gambar 5. 19 Explode Axonometri Konsep Formal

F3. Modular Form

- Bentuk dasar bangunan utama menggunakan modul-modul dan ruang kultivasi

F1. Multistorey Building

- Penyusunan modul-modul ruang yang membentuk pola spiral keatas

F2. Building Height

- Bangunan memiliki ketinggian total 24 meter, tidak lebih dari 25 meter.



Gambar 5. 20 Visualisasi Konsep Modul Rekayasa Iklim



Gambar 5. 21 Visualisasi Konsep Rekayasa Iklim

F6. Smart Farming

- Artificial Light (LED Lamp). Menggunakan 2 jenis lampu LED (grow light full spectrum dan cool white) yang menunjang pertumbuhan tanaman.
- Dinding Masif Putih. Ruangan bersifat tertutup untuk melindungi iklim mikro dalam ruang. Dinding dan ornamen dalam ruangan berwarna putih. Warna putih merupakan sarana reflektor cahaya paling baik.
- Cairan Nutrisi. Setiap modul memiliki supply air yang ditambahkan nutrisi khusus bagi tanaman, dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi pH dan tingkat nutrisi cairan
- Sistem Penghawaan. Tiap ruang terdapat cooler untuk mengatur suhu dan kelembapan udara. Setiap jarak 2-meter tanaman, terdapat mini blower guna memaksimalkan pergerakan udara pada ruangan

F4. Soil-less Growing System

- Hidroponik NFT. Teknologi hidroponik dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi dan oksigen

F5. Cultivation Module

- Stacked Bed. Pemanfaatan ruang secara vertikal guna memaksimalkan area tumbuh tanaman

5.6 Visualisasi Konsep



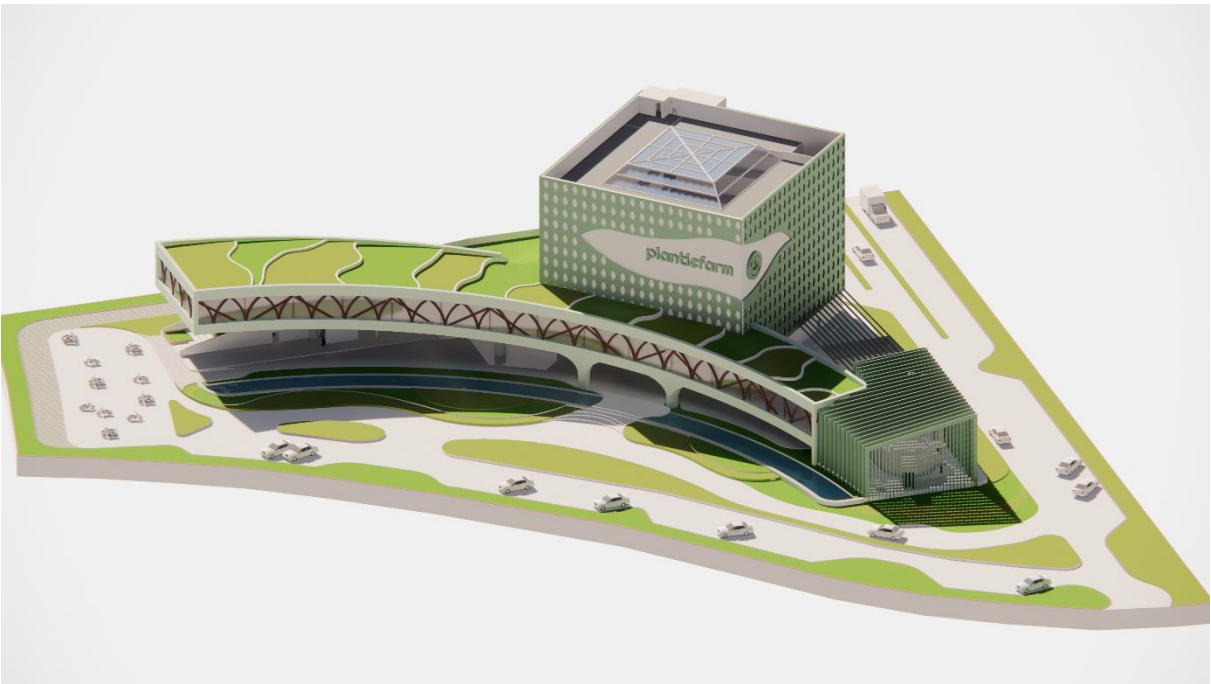
Gambar 5. 22 Visualisasi Crops Market



Gambar 5. 23 Visualisasi Ruang Cafeteria



Gambar 5. 24 Visualisasi Ruang Budidaya



Gambar 5. 25 Perspektif Lahan dan Bangunan

BAB 6

KESIMPULAN

Menghadirkan lahan pertanian di perkotaan menjadi konsep ide dari rancangan ini, dengan menerapkan vertical farming. Pengembangan fungsi bangunan sebagai objek pertanian dengan menghadirkan fungsi edukasi ilmu pengetahuan tentang rekayasa, serta sebagai wadah pengelolaan hasil pertanian menjadi produk pangan.

Tanaman pangan yang dihadirkan dalam rancangan berasal dari iklim sedang. Penentuan kriteria tanaman yang dibudidayakan berdasarkan beberapa karakteristik antara lain, tanaman yang dapat dikonsumsi dan menghasilkan produk pangan, tanaman dengan jangka waktu panen yang singkat, serta tanaman yang memiliki jenis batang yang pendek. Kriteria tanaman ditentukan berdasarkan efisiensi proses budidaya, panen dan pengolahan produk, serta keterbatasan kemampuan perangkat budidaya dalam menyangga beban tanaman.

Sistem hidroponik diterapkan dalam rancangan, dengan tujuan memaksimalkan media tanam menggunakan air yang memungkinkan untuk mewujudkan pertanian yang berkelanjutan dengan penggunaan sistem *closed loop* dalam mengedarkan air murni beroksigen dan secara signifikan mengurangi penggunaan air.

Merekayasa sistem pada bangunan dengan menerapkan teknologi *IoT (Internet of Things)* dan sensor yang dapat mengatur kelembapan udara, mengatur pencahayaan dan suhu ruangan sesuai kebutuhan tanaman. Luasan ruang yang dirancang disesuaikan dengan fungsi dan kebutuhan perangkat rekayasa lingkungan terhadap tanaman, ruang dalam bangunan pertanian dikhususkan sebagai ruang penyemaian bibit, ruang pemeliharaan dan ruang panen.

Rancangan mengangkat konsep bangunan pertanian yang mampu meragamkan jenis pangan dengan rekayasa iklim, pengaplikasian pada rancangan secara keseluruhan dibagi menjadi dua, konsep penerapan secara pasif dan aktif:

a. Konsep pasif

- Penerapan berupa bentuk bangunan spiral, yang pengaplikasiannya memiliki tujuan untuk mempermudah sistem irigasi pada bangunan.
- Modul pertumbuhan untuk tanaman, menggunakan modul *stacked bed*. Modul tersebut mampu memaksimalkan penggunaan lahan, dengan memanfaatkan papan pipa hidroponik yang disusun keatas.
- Penggunaan warna putih pada dinding sisi dalam ruang kultivasi, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya lampu LED untuk tanaman berkembang.

b. Konsep aktif

Penerapan berupa sistem utilitas bangunan, utamanya pada sensor pendeteksi kondisi tanaman, serta sistem pencahayaan tanaman, irigasi, dan pengatur suhu serta sirkulasi udara pada lingkungan tanaman. Keseluruhan sistem tersebut aktif bekerja sejak tahap pembibitan hingga tahap panen tanaman pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvino A. (2016). Vegetables of Temperate Climates: Leafy Vegetables. The Encyclopedia of Food and Health (pp.393-400). https://www.researchgate.net/publication/299498433_Vegetables_of_Temperate_Climates_Leafy_Vegetables
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya (2021), Berita Resmi Statistik: Hasil Sensus Penduduk 2020 Kota Surabaya. <https://surabayakota.bps.go.id/pressrelease/2021/01/29/225/hasil-sensus-penduduk-2020-kota-surabaya.html>
- Bahrul, M. (2019), *Pengaruh Alih Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Permukiman Terhadap Hasil Produksi Padi Sawah Berbasis Sig*. Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta. https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/49685/1/MUH_AMMAD%20BAHRUL%20HIDAYAT%20WATERMARK.pdf
- Baldwin, E. (2020), The World's Largest Urban Farm Opens Next Year in Paris. <https://www.archdaily.com/923857/the-worlds-largest-urban-farm-opens-next-year-in-paris>
- Bowery Farming (2021). Agriculture Technology: How It's Changing The Future of Farming. Bowery Farming Inc. <https://boweryfarming.com/agriculture-technology>
- Bowery Farming (2021). AI in Agriculture: The Future of Sustainable Farming. Bowery Farming Inc. <https://boweryfarming.com/artificial-intelligence/>
- Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Surabaya (2020), Bab V: Pertanian. https://surabaya.go.id/uploads/attachments/2020/12/53255/5_Bab_V_FIX_dari_pemkot.pdf?1607329183
- Gambaran Umum Kondisi Daerah. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Surabaya 2016-2021. https://www.surabaya.go.id/uploads/attachments/2016/11/16408/bab_2.pdf
- Iklm dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang Tahun di Kota Surabaya Indonesia (2021). Weather Spark. <https://id.weatherspark.com/y/124626/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Kota-Surabaya-Indonesia-Sepanjang-Tahun>
- ILACO B. V., *International Land Development Consultants*. (1980), *Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropics and Subtropics*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam
- Jatoi W. N. et all. (2021), Building Climate Resilience in Agriculture Theory, Practice and Future Perspective. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79408-8>
- JawaPos.com (2021), Surabaya Raya: Jumlah Penduduk Surabaya Capai 2.874.314 Jiwa. <https://www.jawapos.com/surabaya/02/02/2021/jumlah-penduduk-surabaya-capai-2-874-314-jiwa/>
- Kebutuhan Pangan Surabaya Bergantung Dari Luar Daerah (2016), Antara Jatim: Antaranews.com. <https://jatim.antaranews.com/berita/181481/kebutuhan-pangan-surabaya-bergantung-dari-luar-daerah>.
- Meteoblue Weather (2021). Simulated Historical Climate & Weather Data for Warugunung.

https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/warugunung_indonesia_6821036

- Pemerintah Kota Surabaya (2014), Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014: Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034. <https://jatim.bpk.go.id/wp-content/uploads/2015/10/PERATURAN-DAERAH-NOMOR-12-TAHUN-2014.pdf>
- Prasetyo, F.D. (2015), Kompasiana Bisnis: Indonesia Negara Penghasil Pangan yang Masih Impor Bahan Pangan. <https://www.kompasiana.com/ferrynang/550a1d6e8133117f1cb1e72d/indonesia-negara-penghasil-pangan-yang-masih-impor-bahan-pangan>
- Probo, H. (2016), “Alih Fungsi (Konversi) Lahan Pertanian Ke Non Pertanian Kasus Di Kelurahan Simpang Pasir Kecamatan Palaran Kota Samarinda”. eJournal Sosiatri-Sosiologi 2016, 4 (2): 280-293. [https://ejournal.ps.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2016/06/02_format_artikel_ejournal_mulai_hlm_genap-1%20\(06-22-16-02-46-49\).pdf](https://ejournal.ps.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2016/06/02_format_artikel_ejournal_mulai_hlm_genap-1%20(06-22-16-02-46-49).pdf)
- Purwaningsih, Y. (2008), Ketahanan Pangan: Situasi, Permasalahan, Kebijakan, Dan Pemberdayaan Masyarakat. Jurnal Ekonomi Pembangunan. Vol. 9, No. 1, hal. 1 – 27.
- Rachmat, M. Kebijakan Lahan Dalam Membangun Kemandirian Pangan. <https://www.litbang.pertanian.go.id/buku/konversi-fragmentasi-lahan/BAB-V-1.pdf>
- Roboguru (2021), Pertanyaan. https://roboguru.ruangguru.com/question/alih-fungsi-lahan-pertanian-menjadi-permukiman-merupakan-salah-satu-dampak-interaksi-desa_QU-VMHS9KJN
- Sivakumar, M. V. K., Motha R. P. (2007). Managing Weather and Climate Risks in Agriculture. Springer. Berlin
- Sulistiyanto, A.T. (2008), detikNews: Inilah Wajah Indonesiaku. <https://news.detik.com/opini/d-913974/inilah-wajah-indonesiaku>
- Supriyatno, H. (2020), Bhirawa Online: Terdampak Pandemi Covid-19, Sektor Pertanian di Provinsi Jawa Timur Turun. <https://www.harianbhirawa.co.id/terdampak-pandemi-covid-19-sektor-pertanian-di-provinsi-jawa-timur-turun/>
- Suryana, A. (2005), “Kebijakan Ketahanan Pangan Nasional”. https://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/pdffiles/Anjak_2005_IV_15.pdf
- The Pacific Basin Group. (1989), Tropical and Subtropical Agricultural Research. Under PL 89-106. Special Research Grants. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii.
- Urban Organic Gardener (2016), Glorious Green Office in Tokyo a Showpiece for Urban Agriculture: Pasona Urban Farming Office. <https://www.urbanorganicgardener.com/2016/11/glorious-green-office-in-tokyo-a-showpiece-for-urban-agriculture/>
- Viljoen A. Bohn K. Howe J. (2005). Continuous Productive Urban Landscapes: Designing Urban Agriculture for Sustainable Cities. Elsevier. Great Britain

- Wikipedia. (2021), Tropical Agriculture. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Tropical_agriculture&oldid=1055401968
- Wujudkan Ketahanan Pangan, Pemkot Surabaya Berdayakan Kelompok Tani (2019), Bangsa Surabaya: Humas Surabaya. <https://humas.surabaya.go.id/2019/02/21/wujudkan-ketahanan-pangan-pemkot-surabaya-berdayakan-kelompok-tani/>.
- Wulandari, T. (2021), Detikedu: 4 Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Menjadi Permukiman. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5728895/4-dampak-alih-fungsi-lahan-pertanian-menjadi-permukiman>

LAMPIRAN

Tabel Jenis Tanaman Pangan Iklim Sedang

Table 1 The most common cultivated species of temperate climate vegetables

Common name	Edible part	Botanical name	Family
Endive, Escarole	Leaf	<i>Cichorium endivia</i> L.	Asteraceae
Chicory, Witloof chicory, Radicchio (Italian chicory)	Leaf	<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i> Bisch.	Asteraceae
Butterhead lettuce, head lettuce	Leaf	<i>Lactuca sativa</i> L. (var. <i>capitata</i> L. <i>nidus tenerrima</i> Helm)	Asteraceae
Cos lettuce, Romaine lettuce, leaf lettuce	Leaf	<i>Lactuca sativa</i> L. (var. <i>longifolia</i> Lam., var. <i>romana</i> Hort. in Bailey)	Asteraceae
Crisphead lettuce	Leaf	<i>Lactuca sativa</i> L. (var. <i>capitata</i> L. <i>nidus jäggeri</i> Helm)	Asteraceae
Cutting lettuce	Leaf	<i>Lactuca sativa</i> L. (var. <i>acephala</i> Alef., syn. var. <i>secalina</i> Alef., syn. var. <i>crispa</i> L.)	Asteraceae
Abyssian mustard	Leaf	<i>Brassica carinata</i> A. Braun	Brassicaceae
Mustard	Leaf	<i>Brassica juncea</i> (L.) Czernj. & Coss.	Brassicaceae
Black mustard	Leaf	<i>Brassica nigra</i> L. Koch.	Brassicaceae
Kale, collards	Leaf	<i>Brassica oleracea</i> L. <i>Acephala</i> group DC.	Brassicaceae
Cabbage	Leaf	<i>Brassica oleracea</i> L. <i>Capitata</i> group L.	Brassicaceae
Savoy cabbage	Leaf	<i>Brassica oleracea</i> L. <i>Sabauda</i> group L.	Brassicaceae
Pak choi, Chinese mustard	Leaf	<i>Brassica rapa</i> L. <i>Chinensis</i> group (Rupr.) Olsson	Brassicaceae
Chinese cabbage, patsay	Leaf	<i>Brassica rapa</i> L. <i>Pekinensis</i> group (Lour.) Olsson	Brassicaceae
Rocket salad, arugula	Leaf	<i>Eruca sativa</i> Miller syn. <i>E. vesicaria</i> subsp. <i>sativa</i> (Miller) Thell., <i>Brassica eruca</i> L.	Brassicaceae
Wild rocket	Leaf	<i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC. syn. <i>Sisymbrium tenuifolium</i> L.	Brassicaceae
Garden cress	Leaf	<i>Lepidium sativum</i> L.	Brassicaceae
Watercress	Leaf	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Brassicaceae
Chard, Swiss chard	Leaf	<i>Beta vulgaris</i> L. <i>cicla</i> group	Chenopodiaceae
Spinach	Leaf	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Chenopodiaceae
Lamb's lettuce, Common cornsalad	Leaf	<i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterr.	Valerianaceae
Sorrel	Leaf	<i>Rumex</i> spp.	Polygonaceae
Borage	Leaf	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae
Asparagus lettuce, stalk lettuce, stem lettuce, celtuce	Stem	<i>Lactuca sativa</i> L. (var. <i>angustana</i> Irish ex Bremer, syn. var. <i>sparagina</i> Bailey, syn. <i>L. angustana</i> Hort. in Vilm.)	Asteraceae
Cardoon	Main nervation	<i>Cynara cardunculus</i> L.	Asteraceae
Celery	Prevalently petiole	<i>Apium graveolens</i> L. <i>Dulce</i> group (Mill.) Pers.	Apiaceae
Fennel	Thickened base of the petiole	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae
Purslane	Leaf and young shoot	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
Rhubarb, pieplant	Petiole	<i>Rheum rhabarbarum</i> L.	Polygonaceae
Vegetable rape	Leaf and young flower stalk	<i>Brassica napus</i> L. <i>Napus</i> group	Brassicaceae
Parsley	Leaf (culinary herb)	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym. <i>Crispum</i> group	Apiaceae
Italian Parsley	Leaf (culinary herb)	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym. <i>Neapolitanum</i> group	Apiaceae
Chervil	Leaf (culinary herb)	<i>Anthriscus cerefolium</i> (L.) Hoffm.	Apiaceae
Spearmint	Leaf and inflorescence (culinary herb)	<i>Mentha spicata</i> L. EM. Harley	Lamiaceae
Common basil, sweet basil	Leaf (culinary herb)	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae
Marjoram	Leaf (culinary herb)	<i>Origanum majorana</i> L.	Lamiaceae
Oregano	Leaf (culinary herb)	<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae
Perilla	Leaf and seed	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britt. <i>Crispa</i> group (Thunb.) Deane	Lamiaceae
Rosemary	Leaf (culinary herb)	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae
Sage	Leaf (culinary herb)	<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae

Sumber:

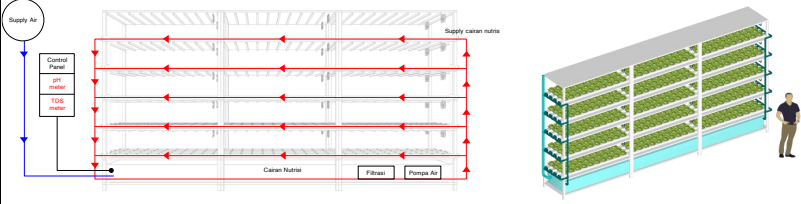
Alvino A. (2016). Vegetables of Temperate Climates: Leafy Vegetables. The Encyclopedia of Food and Health. Hal. 393-400.

https://www.researchgate.net/publication/299498433_Vegetables_of_Temperate_Climate_Leafy_Vegetables

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR


NAMA MAHASISWA : Rusyda Tamma Hidayat
NOMOR POKOK : 0811184000023
JUDUL TUGAS AKHIR : *AGRITECTURE: Diversifikasi Pangan dengan Penerapan Rekayasa Iklim di Surabaya*
DOSEN PEMBIMBING : Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

No.	REVISI
1.	<p>Catatan Belum terdapat perabot pada denah</p> <p>Tanggapan Sudah ditambahkan pada denah, dapat diperiksa pada halaman 29</p>
2.	<p>Catatan Bagaimana konsep anda membagi porsi urban farming, market & research center?</p> <p>Tanggapan Berdasarkan fungsi bangunan, karena konsep utama adalah bangunan pertanian, sehingga massa tersebut memiliki porsi yang cukup besar. Kemudian dilanjut dengan fungsi sebagai market yang merupakan turunan dari fungsi bangunan pertanian, yang juga masih dalam konsep rancangan, terkait tentang diversifikasi pangan pada suatu daerah. Fungsi sebagai research center merupakan fungsi minor pada rancangan, karena tujuan desain adalah meningkatkan indeks dan keragaman pangan pada wilayah Warugunung. Disisi lain, kegiatan riset dapat dilakukan sekaligus pada modul ruang kultivasi yang mampu dikontrol lingkungan didalamnya.</p>
3.	<p>Catatan Apa yang terbaru dari review III terakhir? Saya lihat ada bangunan lengkung (podium), mengapa tiba-tiba muncul?</p> <p>Tanggapan Sebagai integrasi bentuk antar massa, untuk visualisasi dan penjelasan transformasi bentuk sudah saya sertakan pada halaman 21</p>
4.	<p>Catatan Bagaimana kenyamanan kerja pada lantai ramp? Apa sudah dipikirkan solusi Apa yang ada pada area bordes ramp? Apakah ada fasilitas istirahat/kebutuhan dasar pekerja saat diarea kultivasi?</p> <p>Tanggapan Fungsi ramp pada ruang kultivasi adalah sebagai salah satu kemudahan akses bangunan untuk mengalirkan air irigasi tanaman, dan dalam penerapannya pada rancangan, ruangan yang terdapat ramp, utamanya digunakan hanya sebagai ruang kultivasi, dimana semua sistem dapat terkontrol pada monitor, sehingga kebutuhan</p>

	<p>untuk ruang gerak pekerja bisa dikatakan tidak terlalu banyak. Disisi lain kemiringan ramp yang dirancang sudah disesuaikan dengan standar kemiringan ramp pada manusia dan irigasi tanaman.</p> <p>Untuk solusi yang rencanakan adalah dengan menambahkan beberapa jalur levelling lantai didalam modul kultivasi yang menjadi area gerak bagi para pekerja.</p>
<p>5. Catatan</p>	<p>Bagaimana konsep pemenuhan kebutuhan air untuk irigasi?</p> <p>Tanggapan</p>  <p>Dengan penerapan teknologi hidroponik jenis NFT, yang menggunakan pergerakan cairan nutrisi sebagai media tanam. Sumber daya air utama berasal dari supply bangunan, kemudian dialirkan pada bak larutan nutrisi di setiap modul kultivasi. Pada bak nutrisi terdapat alat filtrasi yang berfungsi untuk menjaga kebersihan larutan, mesin aerator yang mampu menghasilkan gelembung oksigen dan pompa air yang menyuplai kebutuhan air secara vertikal keatas. Pompa air berfungsi menghantarkan larutan nutrisi pada setiap level stacked bed.</p>
<p>6. Catatan</p>	<p>Kekuatan desainmu seharusnya terletak pada gambar potongan, tapi gambar potongan anda masih kurang detail</p> <p>Tanggapan</p> <p>Untuk merancang selanjutnya akan saya berikan gambar-gambar teknis yang sesuai dengan konsep yang diberikan</p>
<p>7. Catatan</p>	<p>Perspektif ruang atrium belum disertakan</p> <p>Tanggapan</p> <p>Untuk merancang selanjutnya akan saya berikan gambar visual yang sesuai dengan konsep yang diberikan.</p>
<p>8. Catatan</p>	<p>Didenah, nama potongan memakai abjad, tapi dilembar potongan tidak (memakai angka)</p> <p>Tanggapan</p> <p>Untuk hal tersebut sudah saya benahi pada berkas portfolio.</p>

Surabaya, 14 Juli 2022

Dosen Penguji,



(Rabbani Kharismawan, S.T., M.T.)

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

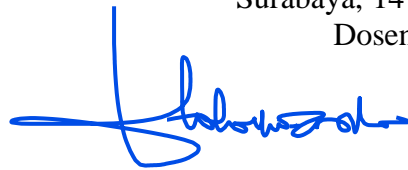
NAMA MAHASISWA : Rusyda Tamma Hidayat
NOMOR POKOK : 08111840000023
JUDUL TUGAS AKHIR : *AGRITECTURE*: Diversifikasi Pangan dengan Penerapan
 Rekayasa Iklim di Surabaya
DOSEN PEMBIMBING : Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

No.	REVISI
1.	<p>Catatan Dalam upaya diversifikasi pangan, apakah jenis tanaman yang dibudidayakan merupakan tanaman langka? Alangkah lebih baik jika melestarikan tanaman pangan yang sudah jarang ditemui disuatu daerah (contoh tanaman semanggi sebagai salah satu makanan khas Kota Surabaya)</p> <p>Tanggapan Perspektif ide dan sudut pandang lain yang sesuai dengan desain, terkait poin diversifikasi pangan. Pola pikir yang mendukung budaya dan kelestarian ragam hayati lokal. Namun rancangan kali ini bertujuan untuk menambah lokalitas baru pada suatu daerah.</p>
2.	<p>Catatan Pelajari tentang peletakan dan sistem pemasangan panel surya pada bangunan.</p> <p>Tanggapan Menggunakan sistem hybrid, gabungan sistem on-grid dan off grid, karena sistem bangunan memerlukan energi listrik dalam jangka waktu yang lama. Off grid solar sistem memanfaatkan tenaga matahari yang berdiri sendiri tanpa menggunakan listrik dari PLN, grid bekerja secara bergantian (switch). On grid solar sistem memanfaatkan energi matahari yang berjalan bersamaan dengan grid (listrik PLN), bertujuan untuk menekan biaya listrik bulanan dari PLN. Kemiringan sudut solar panel sekitar 8-20 derajat, menghadap kearah utara dan selatan (masuk dalam garis khatulistiwa).</p>
3.	<p>Catatan Kesimpulan dalam mendesain. Apakah rancangan sudah menanggapi permasalahan desain?</p> <p>Tanggapan Rancangan mengangkat konsep bangunan pertanian yang mampu meragamkan jenis pangan dengan rekayasa iklim, pengaplikasian pada rancangan secara keseluruhan dibagi menjadi dua, konsep penerapan secara pasif dan aktif: a. Konsep pasif</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Penerapan berupa bentuk bangunan spiral, yang pengaplikasiannya memiliki tujuan untuk mempermudah sistem irigasi pada bangunan. • Modul pertumbuhan untuk tanaman, menggunakan modul <i>stacked bed</i>. Modul tersebut mampu memaksimalkan penggunaan lahan, dengan memanfaatkan papan pipa hidroponik yang disusun keatas. • Penggunaan warna putih pada dinding sisi dalam ruang kultivasi, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya lampu LED untuk tanaman berkembang. <p>b. Konsep aktif. Penerapan berupa sistem utilitas bangunan, utamanya pada sensor pendeteksi kondisi tanaman, serta sistem pencahayaan tanaman, irigasi, dan pengatur suhu serta sirkulasi udara pada lingkungan tanaman. Keseluruhan sistem tersebut aktif bekerja sejak tahap pembibitan hingga tahap panen tanaman pangan</p>
<p>5.</p>	<p>Catatan Alur pengolahan sampah dalam bangunan</p> <p>Tanggapan Limbah tanaman dikumpulkan dan diletakkan pada ruang pengolahan limbah yang selanjutnya akan diproses menggunakan pembangkit listrik tenaga biomassa lokal yang terdapat pada lahan.</p>
<p>6.</p>	<p>Catatan Sistem utilitas hidroponik, penambahan tandon atas untuk sebagai penyimpanan air pada bangunan</p> <p>Tanggapan Untuk sistem irigasi pada tanaman, memanfaatkan jockey pump, dengan alasan karena setiap disetiap modul kultivasi sudah terdapat wadah penyimpanan air, sehingga untuk pengaliran irigasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Namun, untuk rancangan yang akan datang, saya akan mempertimbangkan lebih lanjut terkait penggunaan tandon air sesuai kebutuhan bangunan.</p>
<p>8.</p>	<p>Catatan Struktur dilatasi pada bangunan</p> <p>Tanggapan</p> <div data-bbox="368 1576 911 1688" data-label="Image"> </div> <p>Massa dengan bentuk melayang tersebut difungsikan sebagai tempat exhibition dan sarana edukasi pengunjung. Menggunakan welded beam ukuran 700 x 300 pada struktur balok dan struktur kolom menggunakan beton berukuran 700 x 700 mm. Penggunaan sistem struktur dilatasi pada bangunan, massa ini dibagi kembali menjadi 4 bagian yang memiliki struktur terbagun yang berbeda, seperti pada gambar dibawah</p>

9.	<p>Catatan Detail lapisan atap terasiring</p> <p>Tanggapan Penggunaan green roof pada bangunan, guna menambah area hijau pada lahan, dan sebagai tempat peletakan panel surya, struktur dan lapisan yang digunakan pada green roof adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none">a. Selaput anti air (waterproof membrane), sebagai lapisan penahan airb. Penopang akar, bertujuan agar tanaman mendapatkan nutrisi serta akarnya dapat tertopang dengan baik.c. Layer drainase Layer atau lapisan drainase berfungsi untuk mengatasi air yang meluap sehingga tidak menimbulkan genangan pada atap.d. Pemasangan filter sebagai penyaring air dari residu tanah maupun rumput.e. Media tanam.f. Install drip irrigation, yang mampu menyebarkan air secara merata.g. Lapisan tanaman.
-----------	--

Surabaya, 14 Juli 2022
Dosen Penguji,



(Prof. Dr. Ir. V.Totok Noerwasito, M.T.)

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Rusyda Tamma Hidayat
NOMOR POKOK : 08111840000023
JUDUL TUGAS AKHIR : *AGRITECTURE*: Diversifikasi Pangan dengan Penerapan
 Rekayasa Iklim di Surabaya
DOSEN PEMBIMBING : Dr. Ima Defiana, S.T., M.T.

No.	REVISI
1.	<p>Catatan Metode yang digunakan untuk sampai menghasilkan desain? Bagaimana proyek tersebut bisa berada disitu?</p> <p>Tanggapan Mengadaptasi proses merancang berbasis iklim mikro dari Brown (2010) dalam buku Design with Microclimate, berikut tahapan metode rancang yang digunakan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Iklim. Menentukan iklim mikro yang akan diterapkan pada rancangan. Mengumpulkan dan menganalisis data iklim untuk mengetahui karakteristik masing-masing iklim. Rekayasa iklim mikro pada rancangan difokuskan pada jenis iklim sedang 2. Preseden. Meninjau preseden bangunan yang sesuai dengan konsep rancangan 3. Modifikasi. Menentukan sistem modifikasi iklim bangunan. 4. Tanaman. Dalam rancangan akan mengembangkan variasi tanaman yang umumnya tidak sesuai dengan kondisi iklim dan geografi Kota Surabaya. Jenis tanaman yang akan dikembangkan adalah jenis tanaman untuk iklim sedang. 5. Transfer Domain. Komunikasi desain sesuai dengan domain arsitektur. Modifikasi iklim mikro melalui desain arsitektural 6. Kriteria Rancangan. Menentukan beberapa penilaian awal untuk ide rancangan, baik dari segi spasial, formal dan struktur bangunan <p>Pemilihan lahan berdasarkan hasil riset yang menunjukkan bahwa, daerah Warugunung memiliki indeks ketahanan pangan yang rendah, sehingga akan sangat relevan ketika dikaitkan dengan rancangan yang bertujuan untuk meragamkan jenis pangan daerah.</p>

<p>2.</p>	<p>Catatan Apa yang signifikan dari proyek anda? Seberapa penting tanaman yang diletakkan disitu? Apa yang relevan? Jenis tanaman apa yang dibudidayakan? Apakah seimbang antara yang digunakan dan dikeluarkan?</p> <p>Tanggapan Rancangan tersebut berada ditengah-tengah Kawasan industri dan pemukiman yang cukup padat, rancangan berfungsi sebagai salah satu pemasok dan produsen sumber pangan masyarakat. Budidaya difokuskan pada tanaman sayuran yang memiliki batang kecil, sehingga pembudidayaan dapat dengan mudah dilakukan didalam ruangan. Berikut merupakan daftar jenis tanaman pangan dari iklim sedang yang memenuhi kriteria dan akan dibudidaya dalam rancangan. Untuk persentasi efisisiensi antara energi yang digunakan dan dikeluarkan, saya belum memperhitungkannya secara keseluruhan. Satu hal yang pasti adalah penggunaan modul kultivasi jenis stacked bed, berdasarkan yang saya pelajari dalam sebuah jurnal, modul tersebut mampu meningkatkan efisiensi penggunaan lahan hingga 4 kali lipat. Namun tetap kembali lagi, pada rancangan selanjutnya akan saya perhitungkan dengan baik siklus energi pada bangunannya.</p>
<p>3.</p>	<p>Catatan Apakah ruang luarnya sudah terolah? Dapat menyebabkan hama tidak? Belum melihat olahan antara bangunan dengan ruang luar</p> <p>Tanggapan Untuk ruang luarnya, saya sendiri belum memaksimalkan penataan dan penggunaannya. Pada rancangan berikutnya, saya akan berusaha untuk mengatur ruang luar agar mampu sesuai dengan konsep serta digunakan lebih baik Adapun alasan saya kurang memikirkan konsep ruang luar karena fokus konsep saya terletak didalam bangunan (indoor farming), namun tetap alasan tersebut tidak bisa dibenarkan</p>
<p>4.</p>	<p>Catatan Apa fungsi kolam pada lahan?</p> <p>Tanggapan Sebagai wadah penampung air, air tersebut akan digunakan dalam proses irigasi pada lahan, menggunakan pompa yang mengalir menuju atas bangunan, kemudian air mengalir pipi yang memutari bangunan.</p>
<p>5.</p>	<p>Catatan Sisi teknis exhibition, dengan panjang yang cukup dominan, apa fungsi utama dari ruang tersebut, dan apakah sudah cukup efisien antara bentuk dan ukuran ruang dengan fungsi ruangnya?</p> <p>Tanggapan Fungsi utamanya sebagai tempat meletakkan beberapa contoh jenis sistem hidroponik pada tanaman, yang kemudian dapat menjadi sarana edukasi oleh masyarakat. Terkait efisiensi penggunaan ruang, saya rasa sudah cukup efisien</p>

	<p>mengingat sarana edukasi merupakan tempat semipublik yang membutuhkan ruang yang tidak terlalu kecil. Disisi lain, sistem hidroponik juga tetap dapat difungsikan pada ruang tersebut.</p>
6.	<p>Catatan Sisi teknis keamanan dan fasilitas tangga darurat pada ruang exhibition, khususnya tangga darurat yang menjadi persyaratan bangunan. Sirkulasi vertikal, lift dan tangga darurat pada bangunan lebih diperhatikan lagi, karena tidak bisa selamanya mengandalkan ramp.</p> <p>Tanggapan Untuk sirkulasi vertikal, sudah tersedia lift dan tangga pada setiap massa bangunan. Namun hal tersebut ketika ditinjau kembali, masih kurang dari beberapa standar bangunan. Kedepannya saya akan memperhatikan lebih dalam lagi terkait standar bangunan secara keseluruhan.</p>
7.	<p>Catatan Bagaimana dengan kemiringan dan orientasi dari panel surya yang diletakkan pada atap?</p> <p>Tanggapan Kemiringan sudut solar panel sekitar 8-20 derajat, menghadap kearah utara dan selatan (masuk dalam garis khatulistiwa). Menggunakan sistem hybrid, gabungan sistem on-grid dan off grid, karena sistem bangunan memerlukan energi listrik dalam jangka waktu yang lama.</p>
8.	<p>Catatan Seperti yang disebutkan tadi, ada 3 jenis hidroponik, apakah itu semua akan diterapkan pada rancangan? Akan menarik jika beberapa dari jenis tersebut ditampilkan pada bangunan sebagai sarana edukasi pada masyarakat.</p> <p>Tanggapan Konsep utama indoor farming terletak pada bangunan utama, dan pada bangunan utama hanya menggunakan jenis hidroponik NFT (dari segi efisiensi memiliki maintenance yang lebih hemat). Namun pada exhibition akan diletakkan juga beberapa jenis sistem hidroponik untuk sarana edukasi.</p>

Surabaya, 14 Juli 2022
Dosen Penguji,



(Ir. Andy Mappa Jaya, M.T.)

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Rusyda Tamma Hidayat. Lahir di Surabaya pada tanggal 28 Oktober 2000, penulis merupakan anak sulung dari tiga bersaudara. Menempuh pendidikan formal tingkat dasar di TK Nurul Hidayah, TK Islam Mutiara, SD Al Muslim, SMP Al Muslim, dan SMAN 16 Surabaya. Setelah lulus SMAN pada tahun 2018, Penulis diterima di Departemen Arsitektur ITS melalui jalur SNMPTN.

Selama menempuh pendidikan di Departemen Arsitektur, Penulis sempat aktif menjadi pengurus inti Himpunan Mahasiswa Arsitektur ITS (HIMASTHAPATI) diposisi Bendahara 1 pada periode 2021-2022, pengurus UKM Bola Basket ITS 2021 pada Divisi Kominfo (Komunikasi dan Informasi), aktif sebagai Asisten Dosen di Lab Teori, Sejarah dan Kritik Arsitektur serta turut berkontribusi dalam beberapa proyek bangunan di Kota Surabaya dan Sidoarjo.

Ditetapkan di Surabaya
REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER,

MOCHAMAD ASHARI
NIP 196510121990031003

