

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

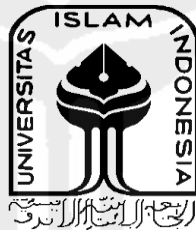
Konsep Autonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

RENTAL FLATS IN TAMBAKBOYO DISTRICT

Autonomous Building Concept on Rental Apartment with Vertical Farming Approach in Tambakboyo District

PROYEK AKHIR SARJANA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Arsitektur**



**Disusun Oleh :
Mochammad Bintang Bumiputera
12512182**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Etik Mufida, M.Eng**

**JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017**



LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir Sarjana yang berjudul:

Bachelor Final Project entitled:

Rusunawa Di Kawasan Embung Tambakboyo - Konsep *Autonomous Building* Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan *Vertical Farming* di Kawasan Embung Tambakboyo

Rental Flats in Tambakboyo District- *Autonomous Building Concept on Rental Apartment with Vertical Farming Approach in Tambakboyo District*

Oleh / By:

Nama Lengkap Mahasiswa : Mochammad Bintang Bumiputera

Students' Full Name

Nomor Mahasiswa : 12512182

Student Identification Number

Telah diuji dan disetujui pada:

Has been evaluated and agreed on:

Yogyakarta, tanggal: Januari 2017

Yogyakarta, date:

Pembimbing:

Ir. Etik Mufida, M.Eng

Supervisor:

Penguji:

Ir. Hastuti Saptorini, M.A.

Jury:

Diketahui oleh:

Acknowledged by:

Ketua Jurusan Arsitektur:

Noor Cholis Idham, S.T.,

Head of Department :

M.Arch., Ph.D



CATATAN DOSEN PEMBIMBING

Berikut adalah penilaian buku laporan akhir Proyek Akhir Sarjana :

Nama Mahasiswa : Mochammad Bintang Bumiputera

Nomor Mahasiswa : 12512182

Judul Proyek Akhir Sarjana : **Rusunawa Di Kawasan Embung Tambakboyo**
“Konsep Autonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo”

Kualitas Buku Laporan Akhir PAS : **Kurang, Sedang, Baik, Baik Sekali** *

Sehingga **Direkomendasikan** / **Tidak Direkomendasikan** * untuk menjadi acuan produk Proyek Akhir Sarjana.

*) Mohon dilingkari

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Dosen Pembimbing



Ir. Etik Mufida, M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya menyatakan bahwa seluruh bagian karya ini adalah karya sendiri kecuali karya yang disebut referensinya dan tidak ada bantuan dari pihak lain baik seluruhnya ataupun sebagian dalam proses pembuatannya. Saya juga menyatakan tidak ada konflik hak kepemilikan intelektual atas karya ini dan menyerahkan kepada Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia untuk digunakan bagi kepentingan pendidikan dan publikasi.

Yogyakarta, 25 Januari 2017



Mochammad Bintang Bumiputera

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah –Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Rusunawa Di Kawasan Embung Tambakboyoy (Konsep Autonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyoy)”**, dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar S-1 Sarjana Arsitektur Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penulisan tugas akhir ini, tentunya tidak lepas dari dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi ataupun dukungan moril. Pada kesempatan ini perkenankan penulis ingin menyampaikan penghargaan dan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas karunia, hidayah, maupun akal serta fikiran, dan atas semua kemudahan-Nya selama ini.
2. Untuk Bundaku tercinta, terimakasih yang tak terhingga untuk tidak pernah berhenti mendoakan, mengasihi, serta membantu dalam bentuk materi dan non materi, sehingga saya dapat selesai menempuh tugas akhir ini. Saudaraku yang tersayang Mochammad Matahari Bangsa.
3. Ir. Etik Mufida, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan, arahan dan ilmu yang bermanfaat serta memberikan dukungan semangat yang tiada hentinya bagi kelancaran Proyek Akhir Sarjana ini.
4. Ir. Hastuti Saptorini, M.A. selaku dosen penguji yang telah memberikan wawasan, saran dan kritik yang sangat membangun dalam menyusun Proyek Akhir Sarjana ini hingga selesai.
5. Noor Cholis Idham, S.T.,M.Arch., Ph.D selaku ketua jurusan arsitektur untuk dorongan semangat, dan motivasi nya selama penulis menempuh perkuliahan.
6. Segenap dosen jurusan arsitektur yang telah banyak membuka wawasan saya tentang dunia arsitektur serta membagi ilmu pengetahuannya selama ini, dan staf – staf jurusan arsitektur yang telah banyak membantu selama saya kuliah

7. Teman-teman seperjuangan Proyek Akhir Sarjana Arsitektur 2012 Geri, Naras, Wasno, Verio, Vicky, Reza dan Adil yang telah berbagi semangat dan keceriaan selama menyusun Proyek Akhir Sarjana hingga selesai.
8. Teman-Teman Investor Arsitektur 2012 yang selalu memberi tawa,keceriaan dan menghilangkan stress selama menyusun Tugas Akhir ini.
9. Untuk Arsitektur 2012, atas semua kekompakan yang terjalin dari awal hingga akhir, suka dan duka, serta kenangan yang tidak bisa terulang di kemudian hari.
10. Dan yang terakhir dan spesial untuk Amelia Hapsari yang selama 4 tahun terakhir menemani dan memberikan dukungan, semangat, kesabaran dan kesetiaan serta harapan untuk menjalani hari esok yang lebih baik lagi.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan berbagai kritik serta saran yang membangun. Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan memberikan sumbangan bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan masyarakat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 25 Januari 2017

Penulis,

Mochammad Bintang Bumiputera

ABSTRAK

Peningkatan konversi lahan yang terjadi di pinggiran Kota Yogyakarta yang semakin tinggi intensitasnya dan dihadapkan pada keterbatasan lahan sehingga berdampak pada sulitnya memperoleh lahan untuk memadai tuntutan kehidupan kota. Hal tersebut juga diikuti dengan adanya penurunan Daya Dukung Lingkungan (DDL) dari kategori *medium sustain* ke *low sustain*. Penurunan ini terjadi di beberapa desa di Kabupaten Sleman, salah satunya di Condongcatur. Kawasan Embung Tambakboyo yang termasuk wilayah didalamnya mengalami perkembangan cukup pesat dengan mulai banyak bertumbuhnya pemukiman perumahan dan berpotensi menjadi area permukiman yang padat. Kondisi spasial permukiman yang bertumbuh secara horizontal tentunya mengancam keberadaan lahan persawahan, sehingga adanya potensi pengembangan pemukiman secara vertikal salah satunya Rumah Susun.

Disamping perkembangan pemukiman secara vertikal, keterbatasan lahan pertanian juga disikapi dengan menghadirkan pertanian vertikal yang merupakan inovasi dalam bertanam dengan lahan terbatas. Oleh karena itu, pengembangan pertanian vertikal dipilih dengan berbasis *autonomous* diharapkan menjadi solusi agar tidak memberi beban tersendiri terhadap lingkungan. Hal ini juga akhirnya diterapkan sebagai konsep dasar dalam merancang rusunawa. Fokus utama dalam rancangan rusunawa ini adalah merespon persoalan tata ruang, tata massa dan selubung, serta teknologi dan utilitas yang digunakan dengan hadirnya hunian yang berdiri berdampingan dengan pertanian vertikal sebagai tantangan dalam merancang. Selain itu persoalan efisiensi energi akibat operasional pertanian vertikal yang berpengaruh pada harga sewa hunian juga menjadi persoalan yang akan disikapi.

Metoda penyelesaian persoalan tata ruang akan dikaji berdasarkan klasifikasi sifat ruang, mulai dari privasi, semi privasi, hingga publik. Pemisahan ruang yang berhubungan dengan kegiatan pertanian vertikal juga menjadi solusi dalam menciptakan kenyamanan bagi penghuni. Tata massa dan selubung diselesaikan dengan merespon iklim agar dapat memenuhi syarat tumbuh kembang tanaman, serta aplikasi sistem utilitas terpusat hingga penggunaan teknologi penghasil energi seperti photovoltaic.

Kata kunci : Rusunawa, Pertanian Vertikal, Konsep Autonomous, Kawasan Tambakboyo

ABSTRACT

The increasing of land conversion to the higher intensity happened in suburbs of Yogyakarta city, and its also facing of insufficiency of land so that become hard to obtain some land as the impact. That fact also following with an issue of decreasing the carrying capacity of the environment from medium sustain to low sustain category. This decreasing occurred in some rural area of Sleman regency, one of that is in Condongcatu. As a district inside, Embung Tambakboyo has quickly developing start with growth of housing estate and potential to become density area. This spatial condition of settlement with horizontal developing surely give a warning of field existence, so there's potential way to developing settlement as vertical housing, for example is Rental Flats.

Besides of developing settlement as vertical housing, to present vertical farming as an innovation of planting with limited area as respond of insufficiency of field land. So that, Autonomous System has choosen for vertical farming development to expect as a solution to prevent the environment. It's finally applied as basic concept in designing of rental flats. The main focus of the design is to respond problems of spatial order, envelope and mass, also technology and utility used in dwelling that stood in line with vertical farming as a project challenge. Moreover, the other problems need to respond is energy efficiency as consequence of vertical farming operational that influence to dwelling rental price.

Problem solving methods of spatial order problems will be assessed according to room character, private, semi-private, and public. The separated of order that related with vertical farming activity as solution to make comfortability for occupant. Envelope and mass order completed with climate respond to satisfy the requirement of plant growth, also application of center utility system and usage of energy producer technology for example photovoltaic.

Keyword : Rental Flats, Vertical Farming, Autonomous concept, Tambakboyo District.

DAFTAR ISI

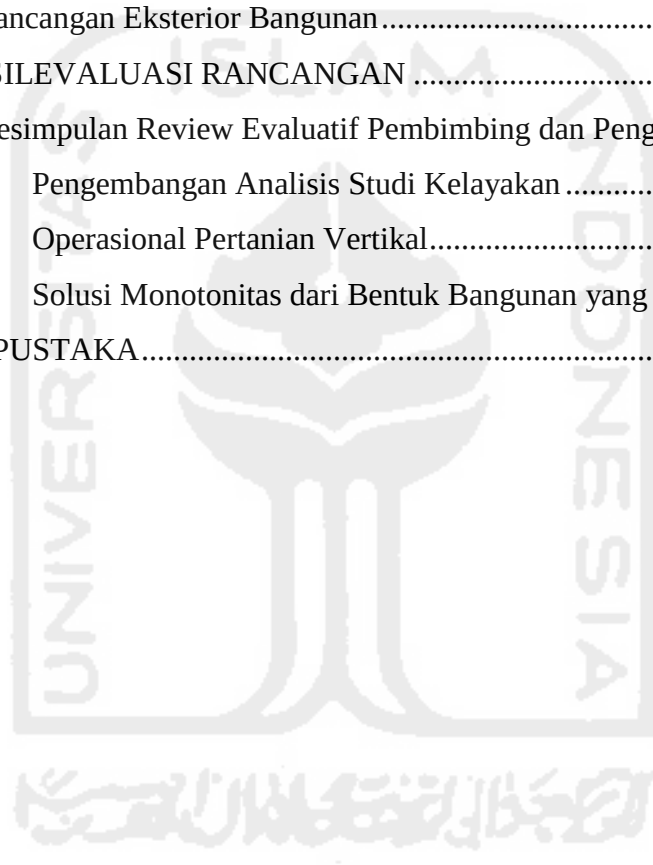
Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	i
Catatan Dosen Pembimbing	ii
Pernyataan Keaslian Karya	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Grafik	xvii
Daftar Tabel	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Deskripsi Judul	1
1.1.1 Rumah Susun	1
1.1.2 Rusunawa	1
1.1.3 Autonomous Building	1
1.1.4 Vertical Farming	2
1.1.5 Kawasan Embung Tambakboyoy	2
1.2 Latar Belakang Persoalan Perancangan	2
1.2.1 Peningkatan Konversi Lahan Pertanian di Kecamatan Depok, Sleman 2	
1.2.2 Perkembangan Permukiman di Kawasan Embung Tambakboyoy dan Potensi Rumah Susun	5
1.2.3 Kebutuhan Pertanian Vertikal di Kawasan Embung Tambakboyoy ..	7
1.2.4 Sistem Autonomous sebagai Pencapaian Bangunan Mandiri yang berkelanjutan	9
1.2.5 Kawasan Embung Tambakboyoy Sebagai Generator Aktifitas	10
1.2.6 Kesimpulan Latar Belakang	12
1.3 Pernyataan Permasalahan Perancangan Dan Batasannya	13

1.3.1	Rumusan Permasalahan Umum.....	13
1.3.2	Rumusan Permasalahan Khusus.....	13
1.3.3	Tujuan.....	14
1.3.4	Sasaran.....	14
1.4	Metoda Pemecahan Permasalahan Perancangan	14
1.4.1	Metode Pengumpulan Data	14
1.4.2	Metode Penelusuran Persoalan.....	15
1.4.3	Metode Pemecahan Persoalan	16
1.4.4	Metode Pengujian Desain.....	18
1.5	Peta Pemecahan Persoalan.....	19
1.5.1	Peta Konflik.....	19
1.6	Kerangka Berfikir	20
1.7	Keaslian Penulisan.....	21
Bab 2 PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN		23
2.1	Narasi Konteks Lokasi, Site, dan Arsitektur.....	23
2.1.1	Pemilihan Site.....	23
2.1.2	Kondisi Site	26
2.2	Data Lokasi dan Peraturan Bangunan Terkait	27
2.2.1	Curah Hujan.....	27
2.2.1	Matahari.....	27
2.2.2	Angin	28
2.2.3	Regulasi Bangunan Terkait	30
2.3	Data Ukuran Lahan dan Bangunan.....	31
2.4	Kajian Tema Perancangan	32
2.4.1	Kajian Rumah Susun	32
2.4.1.1	Pengertian Rumah Susun.....	32
2.4.1.2	Persyaratan Teknis Rumah Susun	32
2.4.1.3	Kajian tentang Konsep Shared-Unit.....	40
2.4.2	Kajian Pertanian Vertikal	41
2.4.2.1	Keunggulan dan Kelemahan Pertanian Vertikal	42
2.4.2.2	Kajian tentang Sistem Hidroponik dan Cara Kerjanya	44

2.4.2.3 Jenis Tanaman berdasarkan Kebutuhan Penyinaran Matahari	50
2.4.3 Kajian Sistem Autonomous	53
2.4.4 Kajian Arsitektur Hemat Energi	55
2.4.4.1 Strategi Desain Pasif	55
2.4.4.2 Strategi Desain Pasif Terintegrasi	60
2.4.4.3 Strategi Desain Aktif	61
2.4.5 Kajian Preseden Perancangan Bangunan Sejenis	62
2.4.5.1 House Farm (Vertical Farming Hybrid to House Singapore's Aging Population) by SPARK, Singapore	63
2.4.5.2 The London Victorian Terraced House	66
2.5 Kesimpulan Persoalan Desain	69
Bab 3 PENYELESAIAN PERSOALAN PERANCANGAN	71
3.1 Tata Ruang	71
3.1.1 Analisis Kegiatan Pengguna	71
3.1.2 Analisa Kebutuhan Ruang	76
3.1.3 Analisis Ruang terkait Kenyamanan Gerak	78
3.1.4 Analisa Besaran Ruang	83
3.1.5 Analisis Klasifikasi Ruang	88
3.2 Tata Massa dan Selubung	91
3.2.1 Analisis Tata Massa Terhadap Sirkulasi	91
3.2.2 Analisis Tata Massa terhadap Matahari	93
3.2.3 Analisis Tata Massa terhadap Angin	94
3.2.4 Analisis Bentuk bangunan	95
3.2.5 Analisis Selubung bangunan	96
3.3 Teknologi dan Utilitas Bangunan	98
3.3.1 Analisis Utilitas Bangunan	98
3.4 Analisis Studi Kelayakan	99
3.4.1 Analisis Pasar Hunian di Kabupaten Sleman	99
3.4.2 Analisis Penetapan Harga Sewa Rumah Susun	101
3.4.3 Analisis Ekonomi Pertanian Vertikal	104
3.4.3.1 Tanaman Pertanian Vertikal	104

3.4.3.2 Analisa CashFlow Pertanian Vertikal	105
3.4.4 Analisis Strategi Bangunan Autonomous.....	107
3.4.4.1 Analisis Strategi Desain Aktif	107
3.4.5 Kesimpulan Analisis Studi Kelayakan	112
3.5 Kesimpulan Hasil Permasalahan Desain	113
Bab 4 KONSEP DAN RANCANGAN SKEMATIK	116
4.1 Konsep Bentuk dan Massa.....	116
4.2 Konsep Tata Ruang.....	118
4.2.1 Konsep Tata Ruang Luar ; Green Landscape.....	118
4.2.2 Konsep Tata Vegetasi.....	118
4.2.3 Konsep Sirkulasi Site	119
4.2.4 Konsep Hubungan Ruang pada Bentuk Linear	120
4.2.4.1 Konsep Layout Ruang Basement dan Semi Basement Pada Bentuk Linear.....	120
4.2.4.2 Konsep Layout Lantai 1 pada Bentuk Linear.....	122
4.2.4.3 Konsep Layout Lantai Dwelling Unit pada Bentuk Linear	124
4.3 Konsep Tata Massa dan Selubung.....	126
4.4 Konsep Teknologi dan Utilitas Bangunan	128
Bab 5 HASIL RANCANGAN	130
5.1 Situasi.....	130
5.2 Zoning.....	131
5.3 Siteplan	133
5.4 Denah.....	134
5.4.1 Denah Basement.....	134
5.4.2 Lantai Dasar/Semi Basement.....	134
5.4.3 Denah Lantai Pertama	136
5.4.4 Modul Kamar pada Dwelling Unit	137
5.4.5 Denah Lantai 2.....	139
5.4.6 Denah Lantai 3.....	140
5.4.7 Denah Lantai 4.....	140
5.4.8 Denah Lantai 5.....	141

5.4.9	Denah Lantai 6.....	141
5.4.10	Denah Lantai 7.....	141
5.5	Sistem Utilitas Bangunan.....	142
5.6	Sistem Struktur	143
5.7	Rancangan Selubung Bangunan	144
5.7.1	Sun-shading terintegrasi Pencahayaan Alami	144
5.7.2	Uji Pembayangan Matahari	145
5.8	Property Size Pengembangan Rancangan.....	147
5.9	Rancangan Eksterior Bangunan.....	153
Bab 6 HASIL EVALUASI RANCANGAN		156
6.1	Kesimpulan Review Evaluatif Pembimbing dan Penguji.....	156
6.1.1	Pengembangan Analisis Studi Kelayakan	156
6.1.2	Operasional Pertanian Vertikal.....	157
6.1.3	Solusi Monotonitas dari Bentuk Bangunan yang Panjang	159
DAFTAR PUSTAKA.....		161



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1–1 Sebaran Permukiman Berdasarkan Urban Indeks Di Wilayah Pinggiran Kota Yogyakarta	2
Gambar 1–2 Peta Problematisasi Perancangan Rusunawa di kawasan Embung Tambakboyo	15
Gambar 1–3 Skema Metode Pemecahan Persoalan	17
Gambar 1–4 Skema Peta Konflik	19
Gambar 1–5 Skema Kerangka Berfikir	20
Gambar 2–1 Sarana dan Prasarana dalam Radius 3 km dari Site.....	23
Gambar 2–2 Masterplan Pengembangan Kawasan Tambakboyo	25
Gambar 2–3 Lokasi Site	26
Gambar 2–4 Gambaran Konsep Kondisi Site Kawasan.....	26
Gambar 2–5 Peta Curah Hujan di Kabupaten Sleman	27
Gambar 2–6 Analisis Sunpath dan Simulasi Orientasi Optimal	28
Gambar 2–7 Analisis Angin di Kawasan Tambakboyo	28
Gambar 2–8 Arah Orientasi Angin Optimal	29
Gambar 2–9 Peraturan Bangunan Site Terpilih.....	30
Gambar 2–10 Data Ukuran Lahan.....	31
Gambar 2–11 Koridor Tengah.....	35
Gambar 2–12 Koridor satu sisi.....	36
Gambar 2–13 Koridor terpusat	37
Gambar 2–14 Koridor kembar.....	38
Gambar 2–15 Koridor tangga	38
Gambar 2–16 Koridor Galeri Terbuka	39
Gambar 2–17 Konsep pertanian vertikal yang telah berhasil diwujudkan di Singapura.....	42
Gambar 2–18 Wick System.....	45
Gambar 2–19 System Water Culture.....	45
Gambar 2–20 System drain/ebb cycle	46
Gambar 2–21 Media tumbuh hidroponik (kiri-kanan); coconut coir, agricultural grade perlite, expanded clay pellets, and common pea gravel.	46
Gambar 2–22 Media tumbuh hidroponik; rockwool	47
Gambar 2–23 Drip System recovery/non-recovery	48
Gambar 2–24 N.F.T System	48
Gambar 2–25 Aeroponic System.....	49
Gambar 2–26 Jenis Sayuran dengan Penyinaran Matahari Penuh	50
Gambar 2–27 Jenis Sayuran dengan Penyinaran Matahari Parsial	51
Gambar 2–28 Jenis Sayuran dengan Penyinaran bayangan	52
Gambar 2–29 Selubung dengan Kerapatan Udara dan Kelembaban	54
Gambar 2–30 Reaktor Biogas.....	55
Gambar 2–31 Optimasi orientasi bangunan	56
Gambar 2–32 Pengaruh orientasi bangunan terhadap tekanan aliran udara di sekitar bangunan.....	57

Gambar 2–33 Efek Rasio Luas Selubung dan Volume bangunan Terhadap Efisiensi Energi	57
Gambar 2–34 Pengaruh ketinggian massa bangunan terhadap aliran angin	58
Gambar 2–35 Sistem Ventilasi Silang (Cross Ventilating)	58
Gambar 2–36 Sistem Stack Effect	58
Gambar 2–37 Sistem Wind Tunnel Effect (melalui celah massa, bawah massa terangkat dan di dalam ruangan)	59
Gambar 2–38 Kinerja Fixed Shading	59
Gambar 2–39 Pemanfaatan vegetasi terhadap pendinginan pasif	60
Gambar 2–40 Buffer System	60
Gambar 2–41 Extract Air System	61
Gambar 2–42 Twin Face System	61
Gambar 2–43 House Farm	63
Gambar 2–44 Pembagian Tipe Hunian	63
Gambar 2–45 Tipe Hunian	64
Gambar 2–46 Pembagian tipe pertanian	65
Gambar 2–47 Sistem Aquaponic	65
Gambar 2–48 Pengolahan Limbah Pertanian	66
Gambar 2–49 The London Victorian Terraced House	66
Gambar 2–50 Potongan skema utilitas	67
Gambar 2–51 Potongan bangunan	68
Gambar 2–52 Potongan bangunan	68
Gambar 3–1 Flow diagram penghuni yang bekerja diluar rusun	72
Gambar 3–2 Flow diagram penghuni yang bekerja di area rusun	72
Gambar 3–3 Flow diagram penghuni yang bekerja di area rusun sebagai petani	73
Gambar 3–4 Flow diagram penghuni anak-anak	74
Gambar 3–5 Flow diagram area ruang Pengelola rusunawa	75
Gambar 3–6 Flow diagram kegiatan petugas service	75
Gambar 3–7 Flow diagram kegiatan tamu/pengguna eksternal	76
Gambar 3–8 Perbedaan layout dan dimensi antara kamar dengan bed single, large three-quarter bed, dan twin-bed	79
Gambar 3–9 Peletakan kombinasi antara dapur dan ruang makan	80
Gambar 3–10 Contoh layout hunian dengan fasilitas dapur	81
Gambar 3–11 Standar dimensi pergerakan dalam kamar mandi (shower & bathup)	81
Gambar 3–12 Layout kamar mandi dengan berbagai ragam penataan fixture	82
Gambar 3–13 Standar Dimensi manusia	83
Gambar 3–14 Skema bangunan ruang rusunawa berdasarkan privasi	90
Gambar 3–15 Skema ruang dwelling unit	90
Gambar 3–16 Analisis Tata Massa terhadap Sirkulasi kendaraan	92
Gambar 3–17 Analisis Tata Massa terhadap Sirkulasi Manusia	93
Gambar 3–18 Analisis tata massa terhadap matahari	94
Gambar 3–19 Analisis tata massa terhadap angin	95
Gambar 3–20 Analisis bentuk bangunan (secara horizontal)	96
Gambar 3–21 Analisis bentuk bangunan secara vertikal	96
Gambar 3–22 Alternatif selubung Bangunan pada Atap	97

Gambar 3–23 Alternatif Selubung bangunan pada fasad dengan adanya pertanian vertikal.....	98
Gambar 3–24 Teknologi yang digunakan pada pertanian vertikal.....	98
Gambar 3–25 Rumah Susun Sewa Dabag, Condong Catur Sleman	100
Gambar 4–1 Transformasi bentuk	116
Gambar 4–2 Konsep Tata Vegetasi	119
Gambar 4–3 Konsep sirkulasi pada site	119
Gambar 4–4 Konsep Layout Ruang pada Basement	121
Gambar 4–5 Konsep Layout Ruang pada Semi Basement/ Lantai dasar	121
Gambar 4–6 Konsep Layout Ruang pada Lantai 1.....	122
Gambar 4–7 Konsep Layout ruang pada Area Entrance	123
Gambar 4–8 Konsep Entrance pada rusun	123
Gambar 4–9 Organisasi Ruang Pada Dwelling Unit Floor	124
Gambar 4–10 Konsep dua tipe dwelling unit	125
Gambar 4–11 Konsep sirkulasi vertikal pada dwelling unit	126
Gambar 4–12 Konsep Tata massa terhadap penghawaan alami.....	127
Gambar 4–13 Alternatif konsep pertanian vertikal pada selubung bangunan....	127
Gambar 4–14 Konsep view koridor tanam.....	128
Gambar 4–15 Konsep teknologi dan utilitas bangunan.....	129
Gambar 5–1 Situasi	130
Gambar 5–2 Situasi	131
Gambar 5–3 Zoning perantai.....	132
Gambar 5–4 Siteplan	133
Gambar 5–5 Proses Perubahan Denah Lantai Dasar Sisi Barat	134
Gambar 5–6 Proses Perubahan Sirkulasi vertikal	135
Gambar 5–7 Denah Lantai Dasar	136
Gambar 5–8 Denah Lantai 1.....	137
Gambar 5–9 Proses Perubahan Denah Rancangan Modul Kamar	138
Gambar 5–10 Perspektif Potongan Modul Dwelling Unit	138
Gambar 5–11 Detail Denah dan Potongan Dwelling Unit	139
Gambar 5–12 Denah Lantai 2.....	140
Gambar 5–13 Denah Lantai 3.....	140
Gambar 5–14 Denah Lantai 4.....	140
Gambar 5–15 Denah Lantai 5.....	141
Gambar 5–16 Denah Lantai 6.....	141
Gambar 5–17 Denah Lantai 7.....	142
Gambar 5–18 Solar panel Bell 100wp dan Inverter Solare 100Kw	142
Gambar 5–19 Silent Generator Caterpillar 100kVa	143
Gambar 5–20 Skema Jaringan Utilitas	143
Gambar 5–21 Aksonometri sistem struktur.....	144
Gambar 5–22 Sun-shading sekaligus area penanaman pertanian vertikal pada selubung dalam bangunan	145
Gambar 5–23 Uji Pembayangan Matahari dengan software Sketchup	146
Gambar 5–24 Perspektif sisi barat daya	153
Gambar 5–25 Perspektif dalam innercourt bangunan	153
Gambar 5–26 Perspektif Bangunan.....	154
Gambar 5–27 Perspektif Bangunan.....	154

Gambar 5–28 Tampak Barat.....	154
Gambar 5–29 Tampak Timur	155
Gambar 5–30 Tampak Utara	155
Gambar 5–31 Tampak Selatan	155
Gambar 6–1 Perhitungan Harga Jual Rusunawa 8 Lantai.....	156
Gambar 6–2 Perhitungan Harga Konstruksi Fisik Bangunan Pada Perancangan	157
Gambar 6–3 Skema operasional pertanian vertikal.....	157
Gambar 6–4 Penempatan tanaman pada pertanian vertikal.....	158
Gambar 6–5 Penempatan tanaman pada pertanian vertikal.....	159
Gambar 6–6 Penambahan baklon bersama.....	159
Gambar 6–7 Perbesaran fasad bangunan.....	160
Gambar 6–8 Koridor Penghuni	160



DAFTAR GRAFIK

Grafik 1-1 Proyeksi Kebutuhan Permukiman dan Proyeksi Pengurangan Lahan Pertanian di Kecamatan Depok	4
Grafik 1-2 Tren Konversi Lahan Pertanian di Desa Condongcatur	4
Grafik 3-1 Persentase luasan area komersial & non komersial	89
Grafik 3-2 Grafik Penurunan Daya dengan Penggunaan Lampu LED	108
Grafik 3-3 Grafik Penurunan Daya dengan Teknologi PV	109
Grafik 3-4 Penurunan Daya Penghawaan.....	110



DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Estimasi Hasil Panen Vertical Farming Dibandingkan dengan Pertanian Konvensional	8
Tabel 2-1 Fasilitas Rumah Susun berdasarkan SNI	33
Tabel 2-2 Standar Besaran dan tata ruang rumah susun.....	34
Tabel 2-3 Kelebihan dan Kekurangan Koridor Tengah	35
Tabel 2-4 Kelebihan dan Kekurangan Koridor satu sisi.....	36
Tabel 2-5 Kelebihan dan kekurangan koridor terpusat	37
Tabel 2-6 Kelebihan dan kekurangan koridor kembar	38
Tabel 2-7 Kelebihan dan kekurangan koridor tangga	38
Tabel 2-8 Kelebihan dan Kekurangan koridor galeri terbuka	39
Tabel 2-9 Keunggulan dan kelemahan vertical farming	42
Tabel 3-1 Jenis Ruang Terhadap Pengguna	76
Tabel 3-2 Jenis ruang terhadap kebutuhan ruang	77
Tabel 3-3 Besaran ruang hunian (dwelling unit)	83
Tabel 3-4 Besaran ruang pendukung	84
Tabel 3-5 Besaran ruang untuk transportasi bangunan	85
Tabel 3-6 Besaran ruang mechanical & electrical.....	85
Tabel 3-7 Total Besaran Kebutuhan Ruang	86
Tabel 3-8 Klasifikasi ruang menurut sifat komersial	88
Tabel 3-9 Analisis Cash Flow	102
Tabel 3-10 Harga Pokok Sewa	103
Tabel 3-11 Harga Sewa	104
Tabel 3-12 Analisa CashFlow Pertanian Vertikal	105
Tabel 3-13 Konsumsi Energi Pencahayaan Tanpa Efisiensi	107
Tabel 3-14 Konsumsi Energi Pencahayaan Dengan Efisiensi.....	108
Tabel 3-15 Energi Penghawaan Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi	109
Tabel 3-16 Perbandingan Biaya Penghawaan Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi	111
Tabel 3-17 Perbandingan Biaya Energi Listrik Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi	111
Tabel 3-18 Biaya Penggunaan Air Dengan dan Tanpa menggunakan Rain Harvesting Tank	112
Tabel 3-19 Efisiensi Penggunaan Biogas	112
Tabel 3-20 Kesimpulan Hasil Permasalahan Desain.....	113

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Deskripsi Judul

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep *Autonomous Building* Pada Hunian dengan Pendekatan Vertical Farming
di Kawasan Embung Tambakboyo

1.1.1 Rumah Susun

“Rumah Susun” adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan, yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal maupun vertikal dan merupakan satuan-satuan yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian, yang dilengkapi dengan bagian-bersama, benda-bersama dan tanahbersama. (UU, No.1 tahun 2011)

1.1.2 Rusunawa

Rusunawa merupakan kependekan dari kalimat *Rumah Susun Sederhana Sewa* yang dibangun dalam satu lingkungan tempat hunian dengan fasilitas wc dan dapur yang terdapat pada setiap unit, dengan cara membayar sewa tiap bulan kepada pengembangnya.

1.1.3 *Autonomous Building*

Autonomous building adalah sebuah bangunan yang di desain untuk mengoperasikan infrastrukturnya secara mandiri, seperti tenaga listrik, gas, pengolahan air bersih, sistem pembuangan air kotor, layanan komunikasi, serta jalan umum. *Autonomous Building* sangat sedikit mengandalkan layanan pemerintah atau bahkan tidak menggunakannya sama sekali.

1.1.4 Vertical Farming

Metode bercocok tanam dengan menggunakan lahan yang sempit dan terbatas dengan menggunakan dinding atau ruang secara vertikal dengan berbagai sistem seperti rumah kaca, hidroponik maupun fitomerasi.

1.1.5 Kawasan Embung Tambakboyo

Merupakan kawasan di sekitar Embung Tambakboyo yang berada di Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2 Latar Belakang Persoalan Perancangan

1.2.1 Peningkatan Konversi Lahan Pertanian di Kecamatan Depok, Sleman

Perkembangan fungsi Kota Yogyakarta yang semakin tinggi intensitasnya dihadapkan pada keterbatasan lahan sehingga berdampak pada sulitnya memperoleh lahan untuk mewadahi tuntutan kehidupan kota. Dengan demikian perkembangan Kota Yogyakarta akhirnya mengarah ke daerah pinggiran kota, yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Bantul dan Sleman Sontosudarmo (1997) dalam Giryasih (2001) walaupun dalam kenyataannya tren perkembangan Kota Yogyakarta cenderung ke arah utara, (Yunus dalam Huriati, 2008). Perkembangan di daerah utara Kota Yogyakarta terjadi dengan sangat cepat, hal ini terlihat dengan membandingkan perubahan kisaran nilai indeks permukiman tahun 1992, 1999, dan 2006 yang dijelaskan pada gambar 1-1.



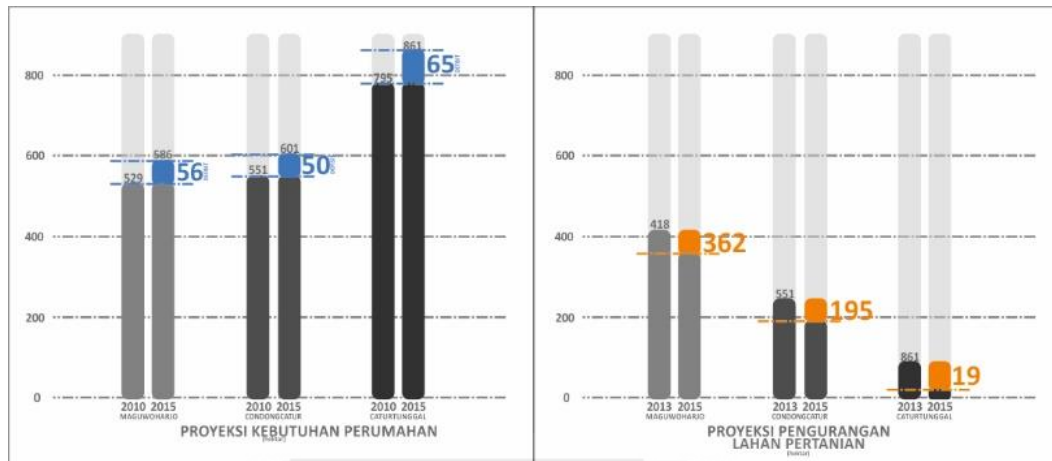
Gambar 1–1 Sebaran Permukiman Berdasarkan Urban Indeks Di Wilayah Pinggiran Kota Yogyakarta

Sumber : Huriati, 2008

Perkembangan yang terjadi akibat tingginya intensitas pembangunan permukiman berdampak pada berkurangnya lahan pertanian di daerah pinggiran Kota Yogyakarta. Berkurangnya lahan pertanian tersebut tentunya mempengaruhi produktifitas tanaman pangan khususnya Kabupaten Sleman yang dikenal sebagai lumbung padi Yogyakarta. Walaupun penurunan produktifitas tanaman pangan terlihat lambat namun menurut penelitian (Syamsiar 2013) teridentifikasi bahwa pada tahun 2041 kebutuhan pangan beras mulai tidak tercukupi karena antara produksi beras dengan laju pertumbuhan penduduk yang tidak seimbang sehingga tidak dapat memenuhi konsumsi beras penduduk di DIY. Hal tersebut juga diikuti dengan penurunan Daya Dukung Lingkungan (DDL) terutama pada daerah pinggiran Kota Yogyakarta dari kategori *medium sustain* ke *low sustain* (Handoyo 2014). Penurunan ini terjadi di beberapa desa di Kabupaten Sleman seperti Condongcatur dan Caturtunggal.

Dampak dari konversi lahan pertanian ke permukiman sangat terasa di Kecamatan Depok yang merupakan salah satu wilayah dengan pertumbuhan paling pesat di Kabupaten Sleman. Kecamatan Depok mempunyai peranan yang sangat strategis bagi Kabupaten Sleman, yaitu sebagai kawasan pemicu perkembangan ekonomi, sosial, dan budaya dengan kepadatan penduduknya mencapai 3.523 jiwa/km² (Setyorini 2012). Dalam tesisnya mengenai analisis proyeksi kebutuhan permukiman di Kecamatan Depok, Setyorini mengungkapkan bahwa Kecamatan Depok dalam periode tahun 2010 hingga 2015 memiliki backlog¹ yang merata di ketiga desanya seperti pada grafik 1-1. Backlog tersebut menjadi ancaman bagi lahan pertanian yang ada di Kecamatan Depok, seperti yang dapat dilihat dari grafik 1-1 pengurangan lahan pertanian terjadi secara signifikan di ketiga desa Kecamatan Depok.

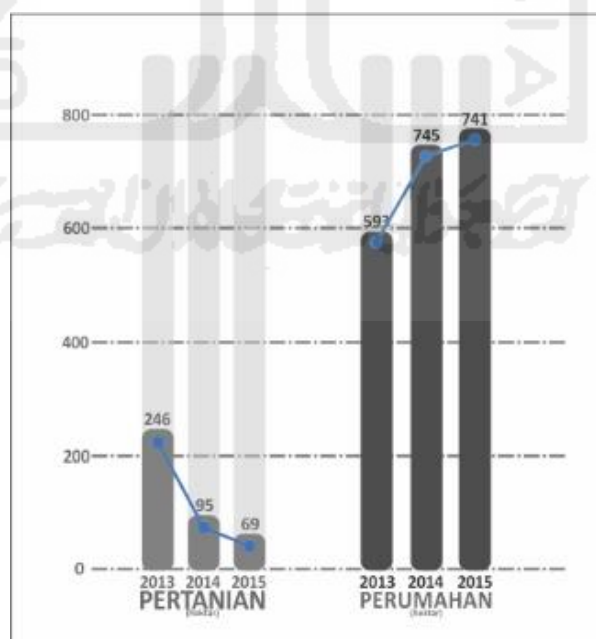
¹ Selisih pasokan dan permintaan rumah



Grafik 1-1 Proyeksi Kebutuhan Permukiman dan Proyeksi Pengurangan Lahan Pertanian di Kecamatan Depok

Sumber : Analisa Penulis, 2016 dari Data Beti Setyorini, 2012

Diketahui proyeksi pengurangan lahan pertanian paling drastis terjadi di Desa Caturtunggal, namun faktanya pada tahun 2013 terjadi konversi lahan pertanian secara drastis di Desa Condongcatur hingga melebihi proyeksi yang ada sebelumnya. Dapat dilihat dari grafik 1-2 terjadi penurunan lahan pertanian yang drastis dan peningkatan lahan permukiman pada tahun 2013 di Desa Condongcatur.



Grafik 1-2 Tren Konversi Lahan Pertanian di Desa Condongcatur

Berbagai dampak akibat perubahan pemanfaatan lahan khususnya di wilayah desa-desa yang berbatasan dengan Kota Yogyakarta seharusnya dapat diminimalisir dengan manajemen yang baik. Menurut Kaiser (1995) dalam Denny (1999) adanya manajemen perubahan pemanfaatan lahan harus memperhatikan tiga nilai lahan yang amat penting, yaitu nilai sosial, nilai pasar (ekonomi), dan nilai ekologi (fisik). **Dengan memperhatikan ketiga nilai tersebut diharapkan konflik antara kebutuhan lahan permukiman yang semakin tinggi dengan kebutuhan lahan pertanian sebagai potensi produksi pangan dapat direkonsiliasi ke arah pengembangan yang berkelanjutan.**

1.2.2 Perkembangan Permukiman di Kawasan Embung Tambakboyo dan Potensi Rumah Susun

Kawasan Embung Tambakboyo merupakan salah satu wilayah di Kecamatan Depok yang mengalami perkembangan cukup pesat akibat letaknya yang strategis. Posisinya yang berdekatan dengan sarana dan prasarana seperti fasilitas komersil, pendidikan, maupun aksesibilitas jalan menjadikan kawasan di sekitar Embung Tambakboyo berkembang pesat dengan mulai banyak bertumbuhnya permukiman perumahan dan berpotensi menjadi area permukiman yang padat.

Permintaan akan permukiman di sebelah utara daerah pinggiran Kota Yogyakarta khususnya Kecamatan Depok di dominasi oleh masyarakat berpenghasilan menengah kebawah dan rendah. Menurut <http://kependudukan.jogjaprov.go.id/>, jumlah penduduk di Kecamatan Depok yang belum bekerja (pada usia angkatan kerja) masih cukup besar yakni sekitar 3.500 (tiga ribu lima ratus) orang baik laki-laki maupun perempuan. Untuk segmen masyarakat berpenghasilan rendah di Desa Condongcatur yang berada di sebelah selatan Embung Tambakboyo. Dalam website harian Tempo, Wakil Ketua Real Estate Indonesia, Ilham Muhammad Nur mengatakan sebanyak 75% penjualan properti menyasar kelas menengah dengan harga rumah kelas menengah sebesar 300-700 juta rupiah. Segmen pasar properti kelas menengah tersebut merupakan

pekerja swasta atau kalangan muda yang tinggal di Yogyakarta setelah lulus kuliah dengan penghasilan perbulan rata-rata 5 juta rupiah.

Namun perkembangan permukiman yang terjadi di kawasan Embung Tambakboyo saat ini secara spasial masih bersifat tapak (*landed*). Perkembangan spasial permukiman secara horizontal di kawasan Embung Tambakboyo tentunya mengancam keberadaan lahan persawahan yang masih tersisa terutama di sebelah utara dan timur embung. Perluasan spasial vertikal, antara lain dengan hunian vertikal seperti rumah susun, dianggap sebagai salah satu cara antisipasi perkembangan kota-kota modern masa depan. Cara itu dipandang bisa menghindarkan diri dari pemborosan energi, materi, dan sumber daya, termasuk sumber daya pertanian di daerah pinggiran kota.

Rumah susun merupakan salah satu bentuk hunian vertikal yang sudah berkembang di Yogyakarta. Pembangunan rumah susun sederhana sewa khususnya di Kabupaten Sleman telah dilakukan oleh pemerintah sejak tahun 2005. Pembangunan rumah susun sendiri dilatarbelakangi oleh beberapa faktor khususnya dalam usaha pemerataan pemenuhan kebutuhan pokok akan perumahan dengan harga yang dapat dijangkau oleh daya beli rakyat terutama golongan masyarakat yang mempunyai penghasilan rendah. Dengan demikian, pembangunan rumah susun di kawasan Tambakboyo ditujukan untuk menyiasati kebutuhan akan pemukiman yang layak namun dihadapkan dengan fakta lahan yang semakin terbatas. Rumah susun ini sendiri nantinya mampu mengakomodir pasar dengan segmen yang berbeda, yakni masyarakat berpenghasilan menengah bawah² dan utamanya masyarakat berpenghasilan rendah³.

Keberadaan Rusunawa di Yogyakarta khususnya di Kabupaten Sleman tercatat sudah berjumlah 4 rusunawa, salah satunya ada yang terletak pada Kawasan Condongcatur. Urgensi Rusunawa pada dasarnya

² Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/PRT/M/2007

Masyarakat Berpenghasilan Menengah Bawah adalah masyarakat yang mempunyai pendapatan diatas Rp. 2.500.000,- sampai dengan Rp. 4.500.000,- per bulan, atau sesuai ketentuan yang ditetapkan oleh Menteri Negara Perumahan Rakyat

³ Masyarakat Berpenghasilan Rendah adalah masyarakat yang mempunyai pendapatan diatas Rp. 1.000.000,- sampai dengan Rp. 2.500.000,- per bulan, atau sesuai ketentuan yang ditetapkan oleh Menteri Negara Perumahan Rakyat

ditujukan untuk mengakomodasi kebutuhan hunian masyarakat dengan ekonomi menengah ke bawah. Namun fakta yang ada berdasarkan hasil observasi, hunian rusunawa yang ada sekarang mulai banyak yang melenceng karena banyak ditemukan penghuni dengan ekonomi menengah keatas bahkan memiliki kendaraan roda empat yang menempati hunian. Oleh karena itu dalam hal ini perlunya hunian sewa yang dapat mengakomodasi segmen pasar yang berbeda, yakni masyarakat berpenghasilan menengah bawah dan utamanya masyarakat berpenghasilan rendah.

1.2.3 Kebutuhan Pertanian Vertikal di Kawasan Embung Tambakboyo

Perkembangan pembangunan di sekitar Embung Tambakboyo yang semakin padat tentunya membuat daya dukung lingkungan di sekitar wilayah embung juga semakin berkurang. Bahkan menurut penelitian (Handoyo 2014) pada tahun 2000an status daya dukung lingkungan Desa Condongcatur yang berada disebelah selatan embung dari *medium sustain* menurun ke *low sustain*. Fungsi Embung Tambakboyo yang didirikan pada tahun 2003 merupakan sebuah bentuk penanggulangan dari pemerintah untuk mengatasi ketidakseimbangan pertumbuhan pemukiman di DAS Tambakbayan yang mengganggu sistem hidrologi di DAS tersebut. Perkembangan permukiman di DAS Tambakbayan juga mengakibatkan berkurangnya lahan pertanian di kawasan Embung Tambakboyo terutama di Desa Condongcatur yang berada di selatan dan barat embung. Lahan pertanian yang tersisa berada di sebelah timur dan utara embung saat ini juga semakin terancam dengan adanya aktifitas pembangunan perumahan di daerah tersebut.

Potensi dalam bidang pertanian di Kabupaten Sleman tidak diimbangi dengan penambahan lahan pertanian, bahkan dari tahun ke tahun luas lahan pertanian di Yogyakarta terus berkurang seiring dengan pertumbuhan permukiman di pinggiran Kota Yogyakarta. Salah satu teknik pertanian yang dapat di aplikasikan dengan adanya masalah keterbatasan lahan yaitu *vertical farming (VF)*.

Tabel 1-1 Estimasi Hasil Panen *Vertical Farming* Dibandingkan dengan Pertanian Konvensional

Crops	Yield in VF due to Tech (tons/ha)	Field Yield (tons/ha)	Factor increase due to Tech	Factor increase due to Tech and Stacking
Carrots	58	30	1,9	347
Radish	23	15	1,5	829
Potatoes	150	28	5,4	552
Tomatoes	155	45	3,4	548
Pepper	133	30	4,4	704
Strawberry	69	30	2,3	368
Peas	9	6	1,5	283
Cabbage	67	50	1,3	215
Lettuce	37	25	1,5	709
Spinach	22	12	1,8	820
Total (average)	71	28	2,5	516

Sumber: Up, Up and Away! The Economics of Vertical Farming (Journal of Agriculture), 2014

Dalam teknik pertanian vertikal, 1 acre (1 acre = 4000m²) lahan vertikal setara dengan 4-6 acre lahan pertanian konvensional tergantung jenis dan ketinggian pertanian vertikal (Banerjee 2014). Namun dalam perkembangannya VF mengkonsumsi energi yang sangat besar dikarenakan menggunakan pencahayaan buatan dalam jangka waktu 8-12 jam perhari. Besarnya penggunaan energi tersebut harus diatasi, salah satunya dengan memanfaatkan energi terbarukan dari limbah pertanian serta penggunaan sistem strategi desain aktif maupun pasif sehingga konsumsi energi dapat diminimalkan.

Pada sistem pertanian vertikal, masalah konsumsi energi (listrik) menjadi salah satu kelemahan. Namun disisi lain, penerapan pertanian vertikal memiliki keunggulan sebagai produksi pangan, dimana hasil dari pertanian vertikal dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan ke konsumen tanpa harus melalui proses pengantaran dari lahan tanam ke konsumen. Hal ini sejalan dengan konsep bangunan mandiri yang dewasa ini dikenal dengan bangunan otonom. Salah satu prinsip bangunan otonom dari segi produksi pangan dimana bangunan memiliki lahan sendiri yang cukup luas, hal ini dimaksudkan untuk keperluan berkebun bagi penghuninya, baik dengan kebun indoor maupun outdoor, dan hasil kebunnya digunakan untuk memenuhi kebutuhannya sendiri, yang selanjutnya disini kita sebut pertanian vertikal. Kemandirian dalam bidang pangan dan energi melalui pertanian vertikal berbasis autonomus ini sangat dibutuhkan di kawasan

Embung Tambakboyo demi meningkatkan daya dukung lingkungan di kawasan tersebut.

Dari hasil paparan diatas, terkait dengan potensi pertanian dapat menjadi salah satu pilar dari segi nilai ekologi pada teori Keiser. Nilai ekologi sendiri memandang pemanfaatan lahan sebagai ancaman potensial terhadap lingkungan yang harus dikurangi menjadi pemecahan masalah keterbatasan lahan pertanian, terutama di kota-kota. **Implementasi dari nilai ekologi ini diwujudkan dalam bentuk pertanian vertikal sebagai pemecahan masalah keterbatasan lahan pertanian, karena produksi tanaman melalui metode horizontal farming di masa datang tidak dapat lagi diandalkan. Namun, pertanian vertikal yang ada saat ini memiliki biaya operasional yang besar khususnya dalam bidang energi, memberi beban tersendiri terhadap lingkungan. Sehingga, pengembangan pertanian vertikal berbasis autonomous dapat meningkatkan kemandirian akan pangan, ekonomi dan energi dengan memanfaatkan potensi alami maupun buatan secara efektif.**

1.2.4 Sistem Autonomous sebagai Pencapaian Bangunan Mandiri yang berkelanjutan

Berdasarkan isu sebelumnya, hasil penelitian Handoyo (2014) tentang adanya penurunan Daya Dukung Lingkungan (DDL) di daerah pinggiran Yogyakarta, maka diperlukan suatu sistem pada bangunan yang dapat meminimalisir penurunan daya dukung lingkungan. Salah satu sistem yang dapat diterapkan adalah sistem *autonomous building*.

Autonomous building adalah sebuah bangunan yang didesain untuk mengoperasikan infrastrukturnya secara mandiri, seperti tenaga listrik, gas, pengolahan air bersih, serta sistem pembuangan air kotor. Jadi secara garis besarnya, sistem ini merupakan salah satu cara pencapaian bangunan agar dapat mandiri sekaligus berkelanjutan. Hal tersebut dikarenakan *Autonomous Building* sangat sedikit mengandalkan layanan pemerintah atau bahkan tidak menggunakannya sama sekali. Biaya operasionalnya lebih hemat karena mampu menghasilkan listrik maupun air secara mandiri, sehingga bangunan ini termasuk

dalam bangunan yang menggunakan konsep berkelanjutan (Sustainable) melalui penggunaan energy dan sumber daya terbarukan.

Salah satu penerapan sistem ini yakni pada segi penggunaan energy (listrik), air, limbah, termasuk juga produksi pangan. Produksi pangan yang dimaksud disini adalah bangunan dengan prinsip otonom memiliki lahan sendiri yang cukup luas, hal ini dimaksudkan untuk keperluan berkebun bagi penghuninya, baik dengan kebun indoor maupun outdoor, dan hasil kebunnya digunakan untuk memenuhi kebutuhannya sendiri. Hal ini sejalan dengan salah satu pendekatan dalam perancangan yakni pertanian vertikal, dimana secara tidak langsung dapat mengurangi penurunan daya dukung lingkungan dengan lebih sedikit menggunakan lahan secara horizontal sehingga dapat mengurangi potensi kerusakan lingkungan.

Jadi sistem autonomous merupakan salah satu cara untuk mencapai bangunan yang mandiri sekaligus berkelanjutan, dalam menyikapi fakta bahwa telah terjadi penurunan daya dukung lingkungan (DDL). Sistem ini pun dapat sejalan dengan pertanian vertikal, karena salah satu prinsip di dalamnya adanya sistem produksi pangan.

1.2.5 Kawasan Embung Tambakboyong Sebagai Generator Aktivitas

Kawasan Tambakboyong secara administratif berada di antara 3 daerah berbeda, yaitu Desa Condongcatur (Kec. Depok), Desa Maguwoharjo (Kec. Depok) dan Desa Wedomartani (Kec. Ngemplak). Pengembangan permukiman yang terjadi di kawasan DAS Tambakboyong mendorong Pemerintah Daerah Yogyakarta membangun embung sebagai tempat cadangan dan resapan air tanah. Seiring berjalannya waktu Embung Tambakboyong berkembang menjadi objek wisata yang berbasis lingkungan. Tidak hanya berhenti disitu, menurut Permen PU No. 6 Tahun 2007, potensi pengembangan Embung Tambakboyong meluas menjadi pengembangan potensi lain yang meliputi koridor Candi Gebang, Embung Tambakboyong dan Kawasan Stadion Maguwoharjo. Embung Tambakboyong sendiri sebagai kawasan konservasi ekologi. Visi pengembangan kawasan itulah yang menjadi potensi yang besar bagi pengembangan nilai sosial berdasarkan teori Kaiser.

Namun ancaman yang lain hadir dari peningkatan pembangunan permukiman khususnya di Desa Condongcatur yang berada di selatan Embung Tambakboyo. Pengembangan tersebut dipicu akibat adanya aktivitas pendidikan dengan skala regional dan nasional mewarnai karakter fungsi kawasan. Tidak sampai di situ, fasilitas kampus perguruan tinggi berskala besar (Universitas Islam Indonesia dan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”) dan fasilitas pendidikan baru yang hingga kini terus bertumbuh kembang menjadi pemicu bertumbuhnya fungsi-fungsi lain seperti jasa komersial dari skala kecil hingga skala besar pada kawasan. Jadi karakter fungsi kawasan yang diwarnai dengan fasilitas pendidikan yang beragam membuka peluang usaha bagi masyarakat di kawasan ini, seperti dengan membuka usaha indekos (hunian sewa), warung makan, maupun usaha-usaha mikro kecil menengah lain yang tumbuh secara tidak terencana. Bagi golongan masyarakat berpenghasilan rendah, faktor jarak hunian dengan tempat kerja menjadi prioritas utama dalam prioritas kebutuhan huniannya. Tentu hal tersebut berimbas pada kebutuhan akan hunian yang dekat jaraknya dengan tempat usaha.

Seperti yang sudah disinggung sebelumnya, pengadaan fasilitas pertanian vertikal pada hunian sewa (rusunawa) dapat diusulkan menjadi sebagai salah satu media penyedia lapangan pekerjaan bagi masyarakat berpenghasilan rendah yang menjadi penghuni di rusunawa ataupun yang berada disekitarnya. Karena bagi masyarakat berpenghasilan rendah cenderung meletakkan prioritas utama pada lokasi hunian yang berdekatan dengan tempat yang dapat memberikan kesempatan kerja. Tanpa kesempatan kerja yang dapat menopang kebutuhan sehari-hari, sulit bagi mereka untuk dapat mempertahankan hidupnya.

Oleh karena itu, Tambakboyo sebagai generator aktivitas di kawasan tersebut diharapkan menjadi salah satu wadah dalam mengakomodasi beragam kegiatan masyarakat, mulai dari kegiatan ekonomi seperti bekerja, sekaligus kegiatan sosial. Implementasi nilai sosial di kawasan Tambakboyo dapat ditinjau dari peranan hunian vertikal berupa rusunawa yang nantinya dapat menjadi fasilitas sosial. Implementasi tersebut dengan mengakomodasi kegiatan sosial bagi warganya dengan pengadaan pertanian vertikal yang dapat dijadikan sebagai media kesempatan kerja maupun pembelajaran bagi

masyarakat melalui kegiatan-kegiatan didalamnya sesuai dengan visi kawasan Embung Tambakboyo.

1.2.6 Kesimpulan Latar Belakang

Berdasarkan isu-isu yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya terdapat kesimpulan yang melatarbelakangi proyek perancangan ini. Kawasan pinggiran kota Yogyakarta dengan fakta tingginya peningkatan konversi lahan pertanian menjadi lahan terbangun. Faktanya pada tahun 2013 terjadi konversi lahan pertanian secara drastis di Desa Condongcatur, yang termasuk didalamnya adalah Kawasan Embung Tambakboyo.

Perkembangan permukiman yang terjadi di kawasan Embung Tambakboyo saat ini secara spasial masih bersifat tapak (landed). Perluasan spasial vertikal, antara lain dengan hunian vertikal seperti rumah susun, dianggap sebagai salah satu cara menghindarkan diri dari pemborosan energi, materi, dan sumber daya, termasuk sumber daya pertanian di daerah pinggiran kota. Oleh karena itu dalam hal ini perlunya hunian sewa / rusunawa yang dapat mengakomodasi segmen pasar yang berbeda, yakni masyarakat berpenghasilan menengah bawah baik pekerja maupun pemilik usaha indekos dan utamanya masyarakat berpenghasilan rendah.

Perkembangan pembangunan di sekitar Embung Tambakboyo yang semakin padat tentunya membuat daya dukung lingkungan di sekitar wilayah embung juga semakin berkurang. Potensi dalam bidang pertanian ini dapat disiasati sebagai fasilitas pada rusunawa. Salah satu teknik pertanian yang dapat di aplikasikan dengan adanya masalah keterbatasan lahan yaitu vertical farming. Namun, pertanian vertikal yang ada saat ini memiliki biaya operasional yang besar khususnya dalam bidang energi, memberi beban tersendiri terhadap lingkungan. Sehingga, pengembangan pertanian vertikal berbasis *autonomous* diharapkan dapat meningkatkan kemandirian akan pangan, ekonomi dan energi dengan memanfaatkan potensi alami maupun buatan secara efektif. Prinsip-prinsip dalam system *Autonomous Building* diantaranya biaya operasionalnya lebih hemat karena mampu menghasilkan listrik maupun air secara mandiri dan termasuk dalam

bangunan yang menggunakan konsep berkelanjutan (sustainable) melalui penggunaan energi dan sumber daya terbarukan.

Disamping itu, kawasan Embung Tambakboyo sebagai generator aktivitas dimana karakter fungsi kawasan yang diwarnai dengan fasilitas pendidikan yang beragam membuka peluang kesempatan kerja bagi masyarakat di kawasan ini, seperti dengan membuka usaha indekos (hunian sewa), warung makan, maupun usaha-usaha mikro kecil menengah lain. Oleh karena itu, Tambakboyo sebagai generator aktivitas di kawasan tersebut diharapkan menjadi salah satu wadah dalam mengakomodasi beragam kegiatan masyarakat, mulai dari kegiatan ekonomi seperti bekerja, sekaligus kegiatan sosial. Implementasi tersebut dengan mengakomodasi kegiatan sosial bagi warganya dengan pengadaan pertanian vertikal yang dapat dijadikan sebagai media kesempatan kerja maupun pembelajaran bagi masyarakat melalui kegiatan-kegiatan didalamnya sesuai dengan visi kawasan Embung Tambakboyo.

1.3 Pernyataan Permasalahan Perancangan Dan Batasannya

1.3.1 Rumusan Permasalahan Umum

Bagaimana merancang rusunawa yang terintegrasi dengan pertanian vertikal berbasis sistem *autonomous building* sebagai pencapaian bangunan mandiri yang berkelanjutan?

1.3.2 Rumusan Permasalahan Khusus

1. Bagaimana merancang tata ruang dalam maupun luar sehingga mampu mengakomodasi kenyamanan dan kualitas ruang huni namun tetap mempertimbangkan kepentingan operasional pertanian vertikal?
2. Bagaimana merancang tata massa dan selubung bangunan yang dapat memberikan kenyamanan penghuni serta tetap memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman?
3. Bagaimana merancang teknologi dalam utilitas bangunan secara efisien sebagai aplikasi konsep *autonomous* guna mencapai bangunan mandiri yang berkelanjutan?

1.3.3 Tujuan

Merancang sebuah rusunawa dengan pendekatan vertical farming berbasis sistem *autonomous building* sebagai pencapaian bangunan mandiri yang berkelanjutan yang memenuhi nilai ekonomi, ekologi dan sosial.

1.3.4 Sasaran

1. Mampu merancang tata ruang dalam maupun luar sehingga mampu mengakomodasi kenyamanan dan kualitas ruang huni namun tetap mempertimbangkan kepentingan operasional pertanian vertikal
2. Mampu merancang tata massa dan selubung bangunan yang dapat memberikan kenyamanan penghuni serta tetap memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman
3. Mampu merancang teknologi dalam utilitas bangunan secara efisien sebagai aplikasi konsep *autonomous* guna mencapai bangunan mandiri yang berkelanjutan

1.4 Metoda Pemecahan Permasalahan Perancangan

Dalam tahap perancangan, akan timbul pertanyaan-pertanyaan terkait dengan tema perancangan, konsep perancangan, penetapan lokasi, hingga pencapaian pendekatan yang digunakan dalam perancangan. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, dibutuhkan metode perancangan yang terukur seperti berikut. Berikut metode pemecahan permasalahan yang digunakan:

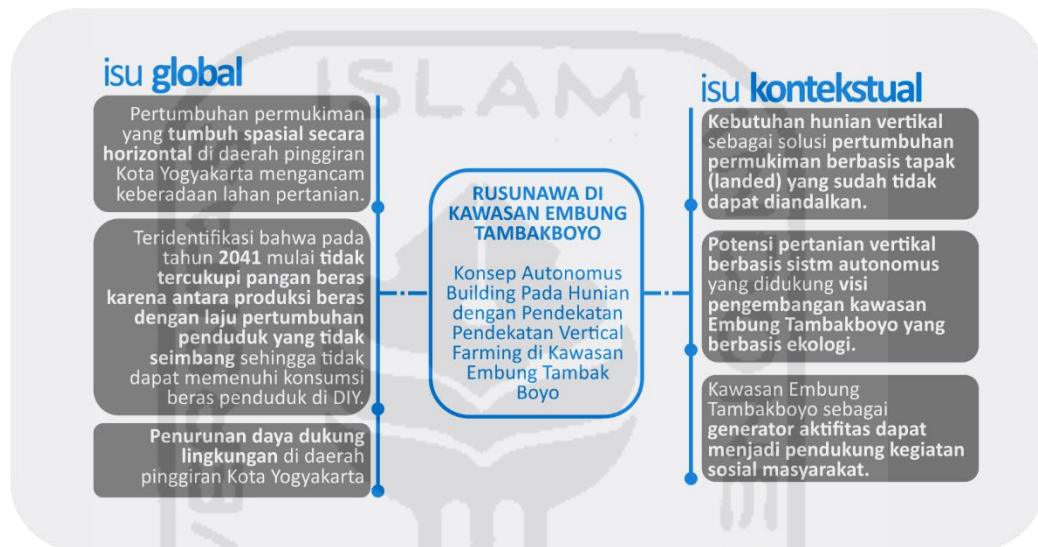
1.4.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam perancangan ini, penulis menggunakan 2 jenis sumber data. Pertama data primer, data ini didapatkan dengan cara mengumpulkan data dari lokasi tapak dan melakukan survey langsung. Kedua, penulis menggunakan data sekunder yang didapatkan dengan mencari data dari jurnal, artikel, peraturan pemerintah, dan buku yang berkaitan dengan kajian yang diangkat. Untuk tahap perancangan, penulis membagi tahap kedalam 2 langkah, yaitu: metode deskriptif. Metode deskriptif, dilakukan penulis dengan cara mengumpulkan data primer dan menganalisis data yang

telah didapatkan dari lapangan. Selain itu, data dari literatur, jurnal, buku, maupun web akan dikumpulkan guna mendukung perancangan hunian vertikal dengan pendekatan *vertical farming* di kawasan Embung Tambakboyo.

1.4.2 Metode Penelusuran Persoalan

Metoda ini melakukan analisis berdasarkan isu-isu non-arsitektural dan arsitektural yang selanjutnya menjadi latar belakang kemudian muncul permasalahan umum dan khusus. Berikut skema penelusuran masalah:



Gambar 1–2 Peta Problematikan Perancangan Rusunawa di kawasan Embung Tambakboyo

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Metoda ini dengan melakukan analisis pada kajian-kajian berdasarkan rumusan permasalahan perancangan. Kajian pustaka yang dianalisis meliputi:

1. Kajian tapak (pemilihan lokasi, kondisi tapak, dan regulasi)

Kajian ini membahas mengenai pemilihan site, kondisi sekitarnya (data lokasi berupa kondisi iklim), serta regulasi terkait sehingga dalam perancangan nanti dapat diketahui luasan bangunan dan ketinggian bangunan mengacu pada regulasi tersebut.

2. Kajian tentang rumah susun (rusunawa)

Kajian ini membahas mengenai pengertian rusunawa, persyaratan teknis rumah susun, serta kriteria perancangan rumah susun berdasarkan peraturan pemerintah.

3. Kajian tentang *Vertical farming*

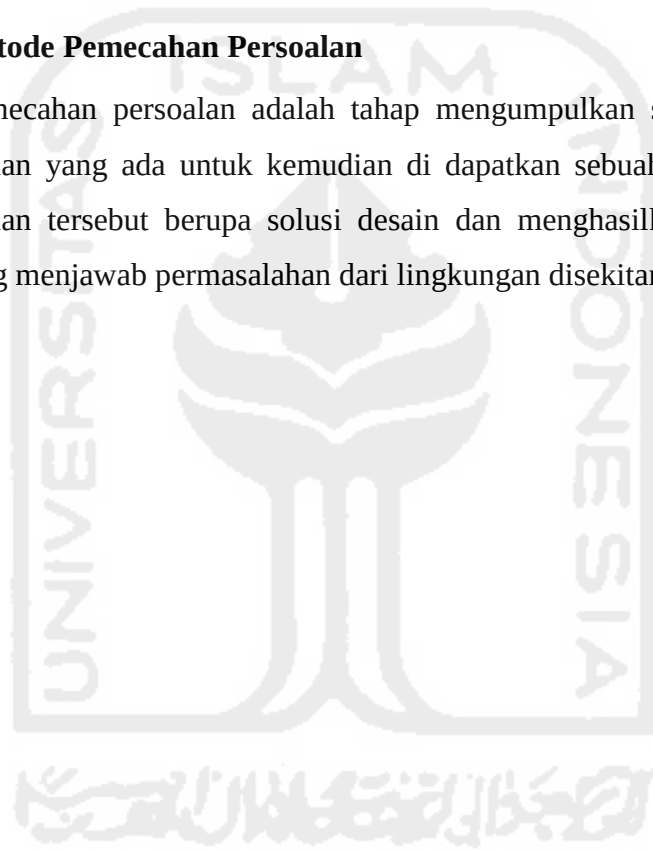
Kajian ini membahas mengenai sejarah perkembangan dan pengertian dari vertical farming, tipe-tipe penanaman sistem hidroponik beserta cara kerjanya, hingga jenis tanaman berdasarkan lama kebutuhan penyinaran matahari.

4. Kajian tentang bangunan dengan sistem *Autonomous*

Kajian ini membahas tentang konsep bangunan dengan sistem *Autonomous*, dimana bangunan berproses secara mandiri dalam memenuhi kebutuhan layanan didalamnya hingga dapat dikatakan sebagai bangunan berkelanjutan.

1.4.3 Metode Pemecahan Persoalan

Pemecahan persoalan adalah tahap mengumpulkan semua analisis dan permasalahan yang ada untuk kemudian di dapatkan sebuah penyelesaian atas permasalahan tersebut berupa solusi desain dan menghasilkan sebuah konsep desain yang menjawab permasalahan dari lingkungan disekitarnya.



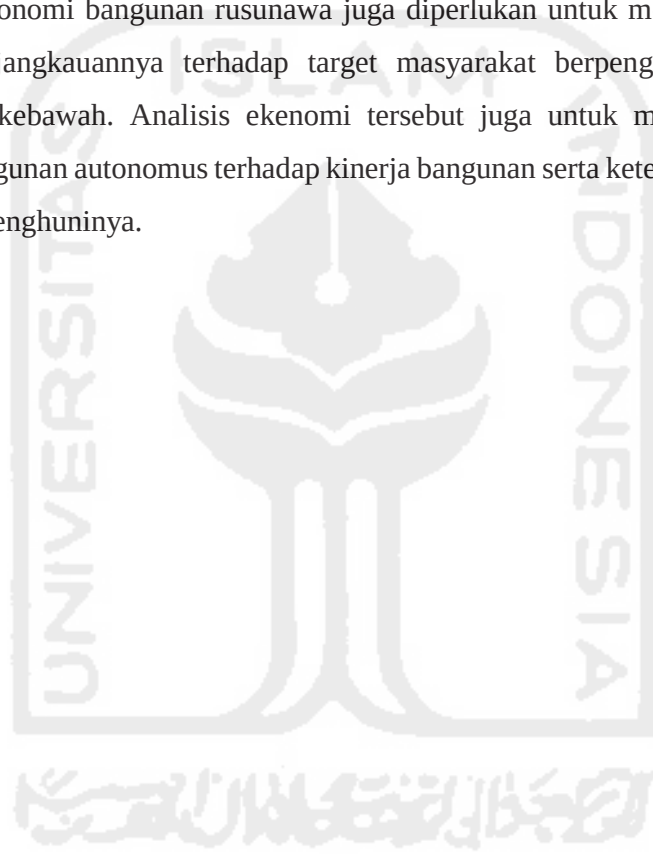


Gambar 1–3 Skema Metode Pemecahan Persoalan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

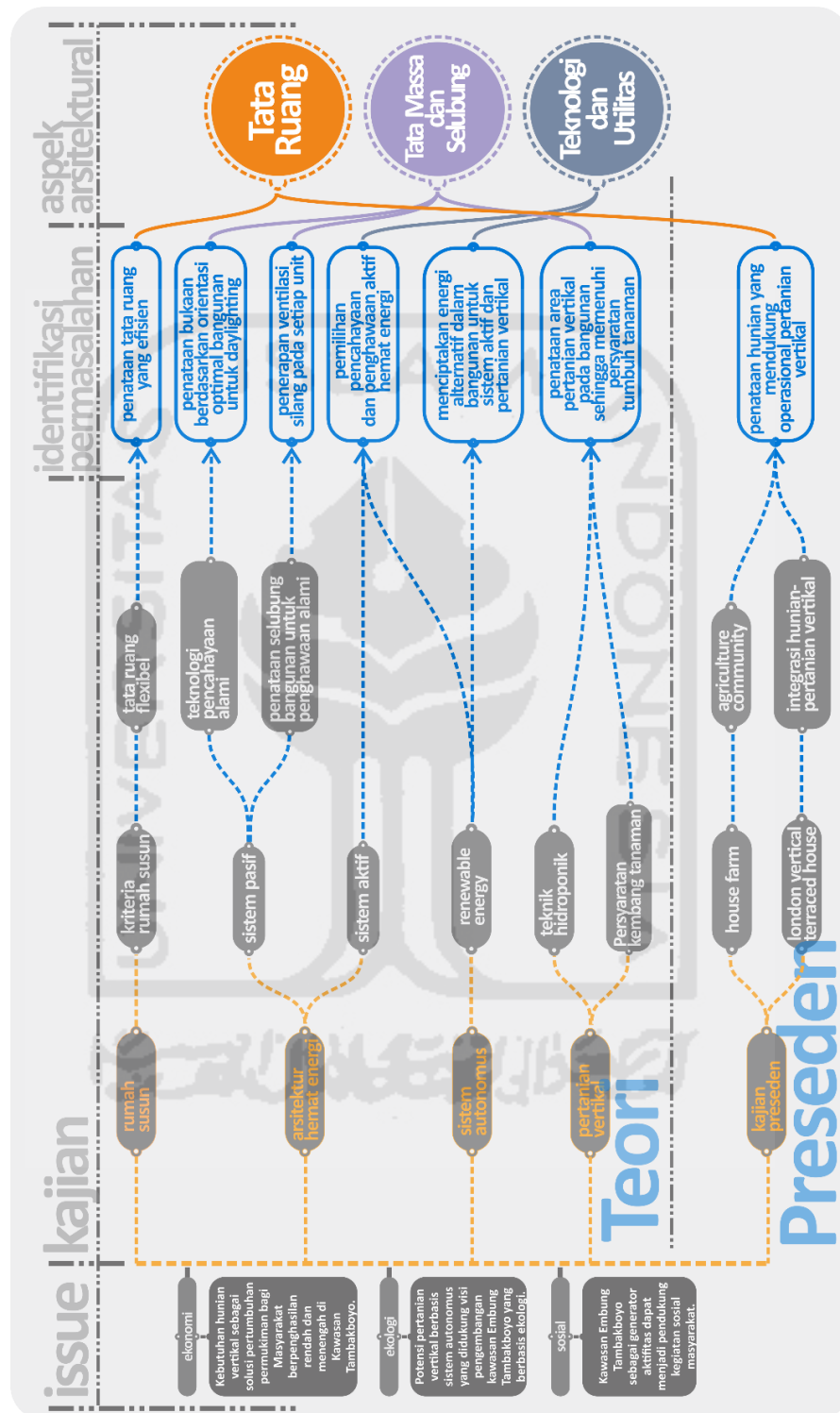
1.4.4 Metode Pengujian Desain

Metoda pengujian desain ini berfungsi untuk mengetahui sejauh mana rancangan dapat menyelesaikan persoalan desain sesuai dengan penekanan dan kajian-kajian yang diperoleh. Pengujian desain nantinya akan menggunakan simulasi pembayangan dengan aplikasi *SketchUp* yang berpengaruh pada intensitas waktu penyinaran sebagai pemenuhan syarat tumbuh kembang tanaman pada pertanian vertikal dan hubungannya dengan pencahayaan dan penghawaan, dan penyediaan layanan bagi bangunan secara mandiri sebagai implementasi dari sistem *Autonomous*. Analisis ekonomi bangunan rusunawa juga diperlukan untuk mengetahui kelayakan serta keterjangkauannya terhadap target masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah kebawah. Analisis ekonomi tersebut juga untuk mengetahui pengaruh konsep bangunan autonomus terhadap kinerja bangunan serta keterjangkauan ekonomi bagi para penghuninya.



1.5 Peta Pemecahan Persoalan

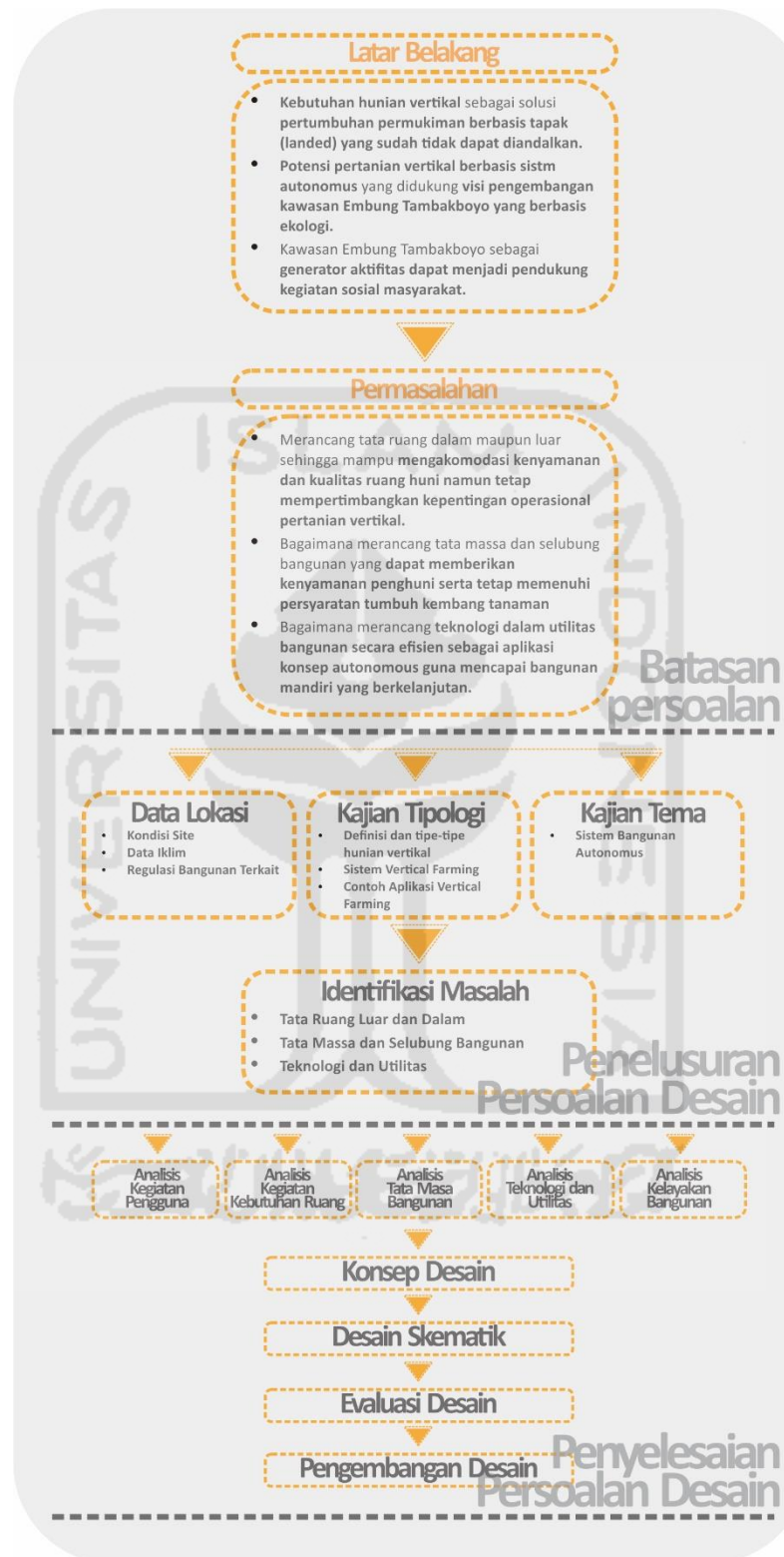
1.5.1 Peta Konflik



Gambar 1–4 Skema Peta Konflik

Sumber: Analisa Penulis, 2016

1.6 Kerangka Berfikir



Gambar 1–5 Skema Kerangka Berfikir

Sumber: Analisa Penulis, 2016

1.7 Keaslian Penulisan

1. Judul : Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta
Nama : Peda Bayu Yunanto
Tahun terbit : 2016
Penekanan : Konsep *Green-Housed* yang dihadirkan pada hunian tidak hanya dengan menciptakan bangunan yang ramah lingkungan dan efisiensi penggunaan lahan namun juga mencapai standar kenyamanan penghuni.
Persamaan : - target segmen pasar yang sama yakni pekerja
- Konsep *share-housed* sebagai implementasi efisiensi dwelling unit bagi penghuni rusunawa yang belum berkeluarga.
Perbedaan : perancangan berfokus kepada kualitas ruang huni dari segi aspek privasi penghuni dengan mempertimbangkan kebisingan, serta pencahayaan dan penghawaan alami. Sedangkan pada konteks perancangan penulis, menghadirkan hunian yang dapat berjalan beriringan dengan konsep pertanian vertikal.
2. Judul : Penerapan Kebun Vertikal Pada Rumah Susun Kampung Hamdan
Nama : Novi Istighfarini
Tahun terbit : 2015
Penekanan : perancangan rumah susun dilatarbelakangi oleh pertumbuhan kawasan pemukiman kumuh yang tinggi di kota Medan, serta penerapan kebun vertikal sebagai upaya merevitalisasi dan menjaga kualitas lingkungan.
Persamaan : - penerapan kebun/pertanian vertikal sebagai solusi menyikapi keadaan daya dukung lingkungan yang menurun

Perbedaan : lokasi perancangan berada di bantaran sungai, sehingga area hijau yang dihadirkan pada hunian berfokus sebagai area resapan.



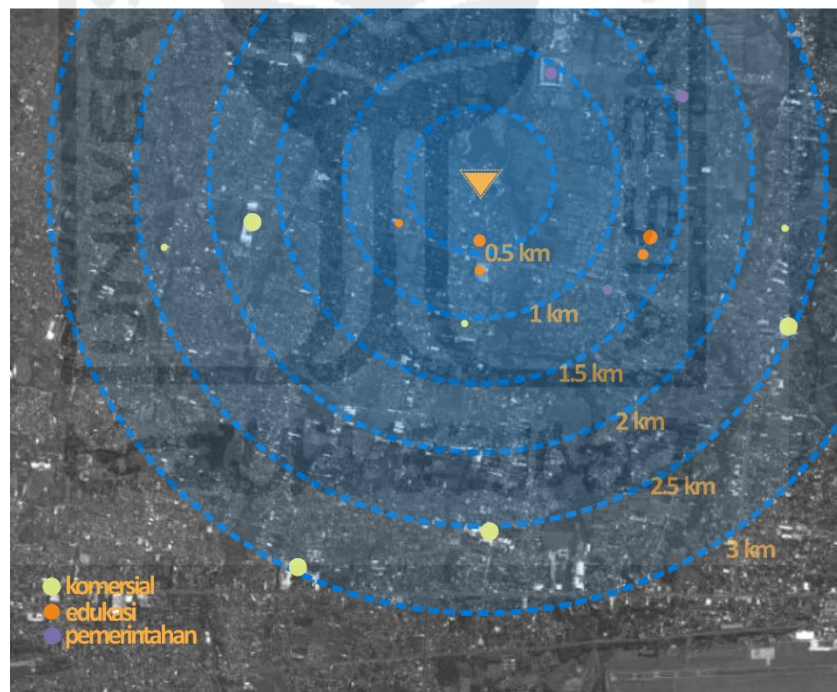
BAB 2

PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN

2.1 Narasi Konteks Lokasi, Site, dan Arsitektur

2.1.1 Pemilihan Site

Pemilihan Kecamatan Depok khususnya kawasan Embung Tambakboyo dilatarbelakangi oleh peningkatan perkembangan permukiman yang mengakibatkan semakin berkurangnya lahan pertanian di Kecamatan Depok sendiri. Secara makro keberadaan pusat kegiatan di pinggiran Kota Yogyakarta seperti permukiman, fasilitas komersil, pendidikan, sosial, kesehatan dan transportasi menunjukan perkembangan ke arah utara khususnya Kecamatan Depok. Perkembangan inilah yang memicu terjadinya peningkatan konversi lahan pertanian sehingga menurunkan kinerja sektor pertanian.



Gambar 2–1 Sarana dan Prasarana dalam Radius 3 km dari Site

Sumber: Analisa Studio Perancangan Arsitektur 7, 2015

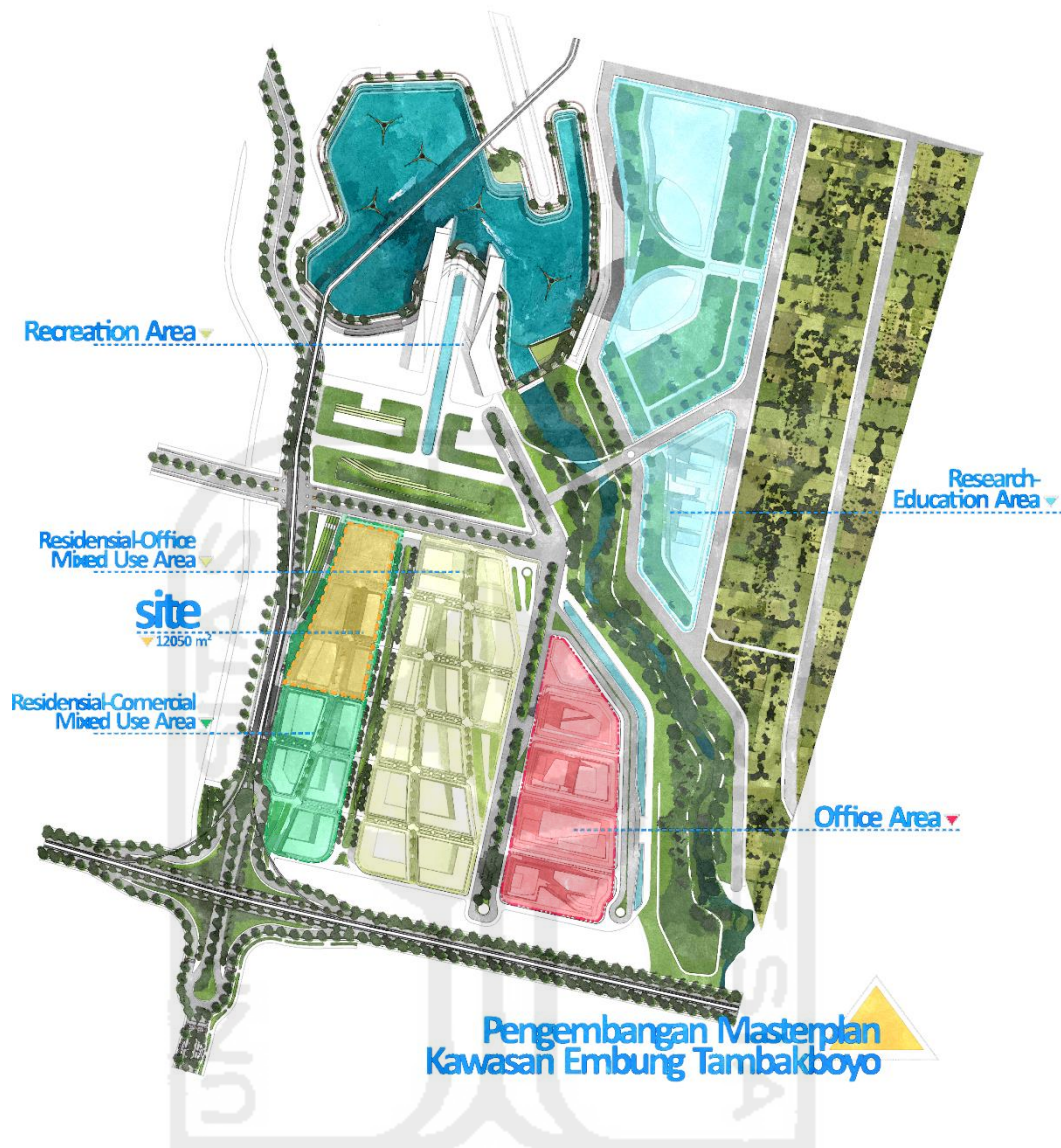
Namun disisi lain terdapat potensi yang sangat menjanjikan dilihat dari sisi pengembangan teknologi pertanian di Kecamatan Depok, adanya badan

pemerintahan yang secara khusus menangani penelitian pertanian seperti BPTP, serta universitas besar yang memiliki basic dalam bidang pertanian seperti UGM, INSTIPER, dan UPN di Kecamatan Depok. Oleh karena itu dalam Studio Perancangan Arsitektur 7 kawasan utara Kota Yogyakarta di proyeksikan menjadi kawasan teknologi tinggi khususnya dalam bidang teknologi pertanian dan pangan (Bumiputera 2015).

Pedoman yang dijadikan pertimbangan dalam pemilihan site juga meliputi pertimbangan peraturan tentang kriteria Rusunawa yang dikeluarkan Ditjen Penyediaan Perumahan Yogyakarta dalam Program dan Anggaran Direktorat Rumah Susun 2016-2017. Dalam konteks ini yang menjadi acuan adalah Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Depok, Sleman tahun 2012-2031. Berikut adalah persyaratan umum yang berkaitan dengan kriteria lokasi Rumah Susun Sewa yang dikeluarkan Ditjen Penyediaan Perumahan Yogyakarta :

1. Sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan RP3KP
2. Kemudahan Aksesibilitas Infrastruktur seperti jalan, drainase, listrik, air bersih, air kotor, sampah, gas)
3. Tidak berada di lokasi rawan bencana
4. Mendukung kawasan industri, tempat bekerja/berusaha, kampus, atau pengentasan kawasan kumuh perkotaan (lokasi tidak jauh dari tempat kerja atau beraktivitas oleh pengguna).

Dari pedoman itulah dapat dilihat secara makro bahwa kawasan embung tambakboyo dapat berpotensi sebagai lokasi Rumah Susun Sewa. Hal tersebut dapat dilihat dari beberapa area-area komersial seperti pusat perbelanjaan Hartono Mall yang berada dalam radius 1.5 km dan Ambarukmo Plaza serta Sahid J Walk yang berada dalam radius 2.5 km. Pusat aktifitas komersil seperti Jalan Gejayan serta Seturan juga menjadi alasan yang kuat untuk Kawasan Embung Tambakboyo dapat dijadikan Rumah Susun Sewa bagi para pekerja di berbagai area komersial tersebut. Selain area komersial terdapat juga beberapa fasilitas pendidikan tinggi seperti Universitas Islam Indonesia (Fakultas Ekonomi), Universitas Pembangunan Nasional (UPN), Universitas Sanata Darma, dan beberapa perguruan tinggi lainnya yang tentunya dapat menjadi target bagi segmen mahasiswa sesuai dengan pedoman penyediaan perumahan Yogyakarta.



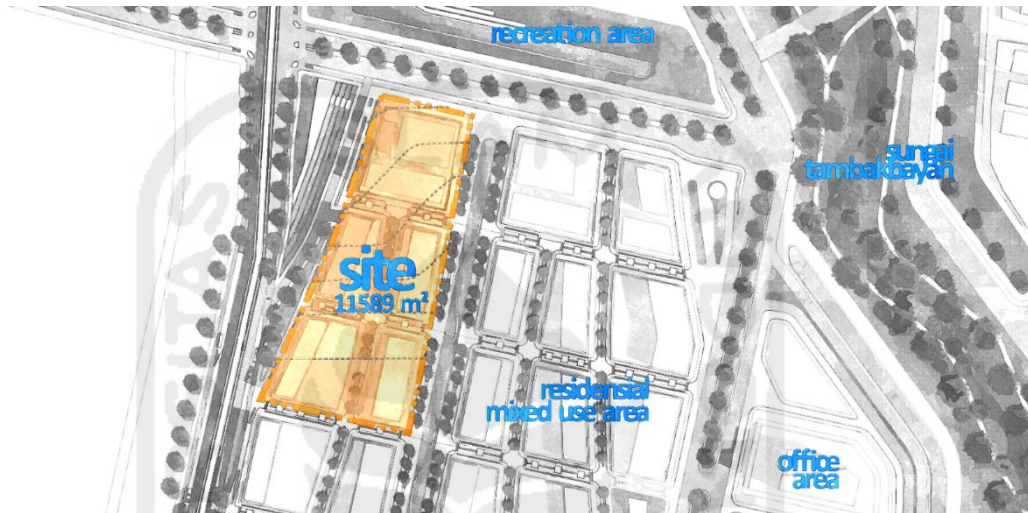
Gambar 2–2 Masterplan Pengembangan Kawasan Tambakboyo

Sumber: Analisa Studio Perancangan Arsitektur 7, 2015

Penataan Kawasan Embung Tambakboyo dimulai dari penyelesaian masalah aksesibilitas untuk masuk ke kawasan Embung Tambakboyo. Penataan kawasan permukiman dibagian utara Universitas Pembangunan Veteran (UPN) menjadi kawasan mixed use yang berujung dengan kawasan wisata Embung Tambakboyo. Disebelah timur Embung Tambakboyo dihadirkan pusat kegiatan pertanian yang diwujudkan dalam hunian vertikal dengan implementasi pertanian vertikal, serta area pembelajaran bagi masyarakat.

2.1.2 Kondisi Site

Site berada di area pengembangan mixed use di sebelah selatan Embung Tambakboyo. Area tersebut merupakan pusat kegiatan komersial dan sosial yang digabung dengan peruntukan permukiman. Total luas lahan yaitu 11.589 m², yang berada di hook perempatan. Kondisi lahan relatif datar dengan interval kontur 0,5 meter.



Gambar 2–3 Lokasi Site

Sumber: Analisa Studio Perancangan Arsitektur 7, 2015



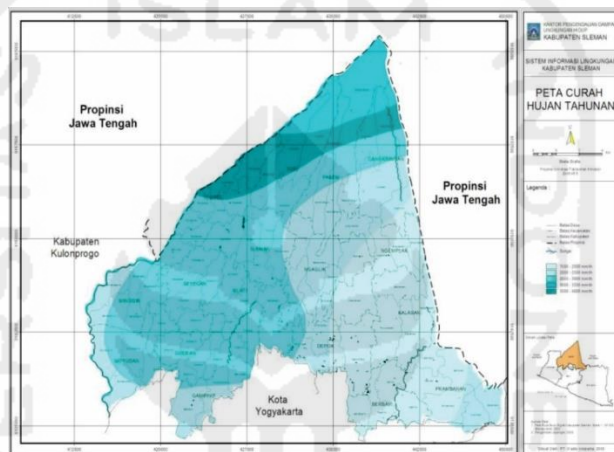
Gambar 2–4 Gambaran Konsep Kondisi Site Kawasan

Sumber: Analisa Studio Perancangan Arsitektur 7, 2015

2.2 Data Lokasi dan Peraturan Bangunan Terkait

2.2.1 Curah Hujan

Curah hujan pada umumnya diukur dalam harian, bulanan, maupun tahunan. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Mei mencapai 930 mm sedang terendah terjadi pada bulan Agustus berkisar 32 mm. Curah hujan tertinggi mencapai 111 mm tercatat di Stasiun Kadirojo pada Bulan Mei. Kondisi iklim di sebagian besar wilayah Kabupaten Sleman termasuk tropis basah, hari hujan terbanyak dalam satu bulan 25 hari.



Gambar 2-5 Peta Curah Hujan di Kabupaten Sleman

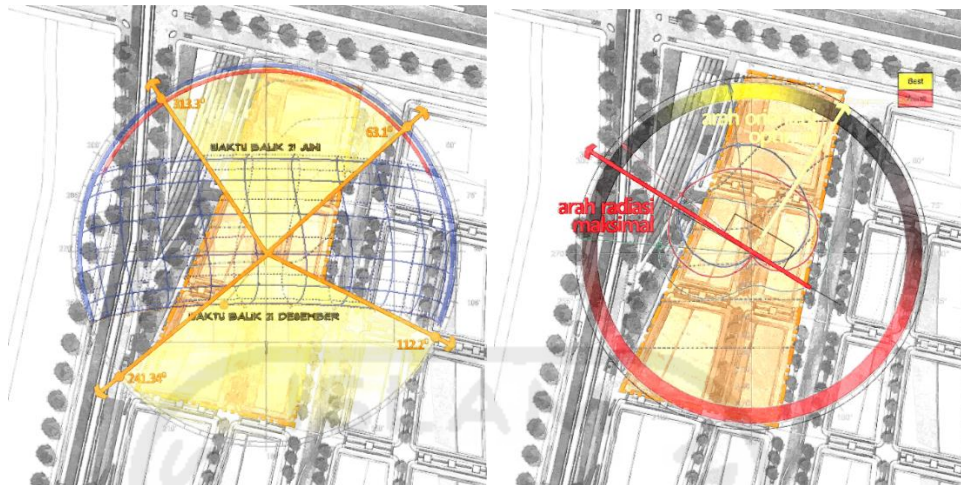
Sumber: <http://blh.jogjaprov.go.id/wp-content/uploads/Buku-Laporan-SLHD-Sleman-2013.pdf>

Potensi curah hujan yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai tambahan cadangan air untuk pertanian vertikal dan kebutuhan air bagi penghuni rusunawa karena konsep sistem *autonomous* yang dipilih mengedepankan bangunan agar dapat mandiri salah satunya dalam penggunaan air.

2.2.1 Matahari

Sinar matahari dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berfotosintesis, selain juga dibutuhkan manusia dan bangunan sebagai sumber pencahayaan alami. Di Indonesia, khususnya Yogyakarta, yang terletak di daerah tropis umumnya memiliki lama penyinaran matahari yang cenderung konstan sepanjang tahun. Pada

sun chart diatas, dapat diketahui bahwa penyinaran matahari terjadi lebih lama dengan sudut jatuh yang lebih rendah pada titik balik utara.

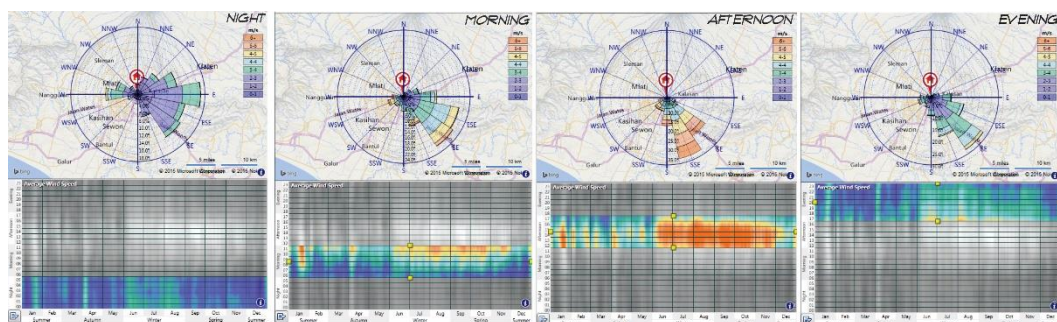


Gambar 2-6 Analisis Sunpath dan Simulasi Orientasi Optimal

Sumber: Software Ecotect , 2016

Di bulan Juni dan Desember pada pukul 07.00 pagi dengan sudut kritis $63,1^\circ$ dan $112,2^\circ$, serta pukul 14.00 sore dengan sudut kritis $313,3^\circ$ dan $241,3^\circ$. Dengan demikian untuk kenyamanan daylighting ataupun menghindari radiasi panas sinar matahari kritis, bukaan dimaksimalkan menghadap ke utara dan selatan. Pada simulasi arah orientasi optimal pada software ecotect didapat arah orientasi untuk kenyamanan pengguna pada arah 32° namun arah radiasi yang paling maksimal pada arah 302° . Kedua data inilah yang dapat menjadi pertimbangan untuk dapat mencapai kenyamanan penghuni serta pemenuhan syarat tumbuh kembang tanaman.

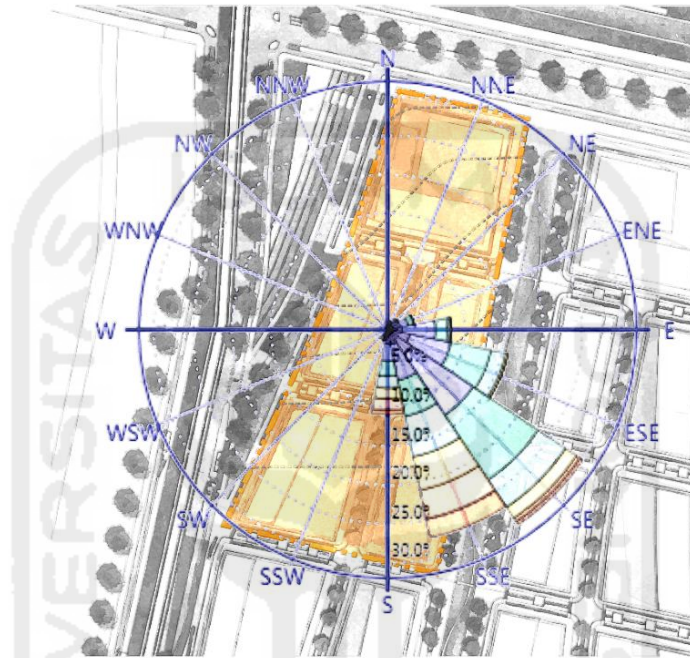
2.2.2 Angin



Gambar 2-7 Analisis Angin di Kawasan Tambakboyo

Sumber: Software Autodesk Vasari, 2014

Secara umum angin di wilayah Kota Yogyakarta khususnya di wilayah perencanaan berhembus dari tenggara ke barat laut. Kekuatan angin terbesar terjadi pada siang hari dengan kekuatan mencapai 6 m/s dan akan semakin melemah ketika malam hari.



Gambar 2–8 Arah Orientasi Angin Optimal

Sumber: Software Autodesk Vasari, 2014

Angin pada pagi dan siang hari dari arah tenggara sebagai arah angin paling besar (*optimal wind rose*) dapat dimanfaatkan sebagai penghawaan pasif (*passive cooling*).

2.2.3 Regulasi Bangunan Terkait



Gambar 2-9 Peraturan Bangunan Site Terpilih

Sumber: Analisa Studio Perancangan Arsitektur 7, 2015

Terjadi perubahan regulasi terhadap tata bangunan yang berada di sebelah selatan dan timur Embung Tambak Boyo sebagai bentuk dari optimalisasi lahan akibat konversi lahan pertanian. Regulasi di kawasan site dirancang untuk mengakomodasi kegiatan yang sangat padat, sehingga kebutuhan akibat kepadatan penduduk yang tinggi dapat terpenuhi. Ketinggian bangunan maksimal di kawasan site terpilih yaitu 8 lantai dari tanah eksisting, Koefisien Dasar Bangunan (KDB) sebesar 90%. Namun dalam konteks Rumah Susun Sewa Kebutuhan akan ruang

terbuka sangat besar. Kebutuhan ruang terbuka seperti tempat parkir bagi pengunjung area komersial serta penghuni, kebutuhan taman untuk memenuhi terbuka hijau serta kegiatan sosial seperti bermain maupun berkumpul. Oleh karena itu, penulis menetapkan nilai KDB sebesar 60% sebagai upaya untuk meningkatkan ruang sosial dan pemenuhan ruang terbuka hijau.

2.3 Data Ukuran Lahan dan Bangunan



Gambar 2–10 Data Ukuran Lahan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Dari regulasi yang ada didapatkan hasil,
Koefisien Dasar Bangunan (KDB) : 6953 m²

Koefisien Luas Bngunan (KLB)	: 34767 m ²
Ketinggian Maksimal Bangunan	: 8 Lantai

2.4 Kajian Tema Perancangan

2.4.1 Kajian Rumah Susun

2.4.1.1 Pengertian Rumah Susun

Definisi Rumah Susun berdasarkan KBBI yaitu merupakan gabungan dari pengertian Rumah dan pengertian Susun. Rumah yaitu bangunan untuk tempat tinggal, sedangkan pengertian susun yaitu seperangkat barang yang diatur secara bertingkat. Jadi pada dasarnya Rumah Susun adalah bangunan untuk tempat tinggal yang diatur secara bertingkat.

Rusunawa merupakan kependekan dari Rumah Susun Sederhana Sewa yaitu hunian susun yang sistem penggunaannya dengan cara sewa. Rusunawa identik dengan bangunan yang sederhana karena ditujukan kepada pengguna yang berpenghasilan rendah. Sehingga pada perencanaan rusunawa harus mempertimbangkan prinsip-prinsip efisien dan ekonomis baik dari sisi penggunaan maupun pembangunannya.

2.4.1.2 Persyaratan Teknis Rumah Susun

Berdasarkan PP Nomor 4 Tahun 1988 mengenai Persyaratan Teknis Pembangunan Rumah Susun yang harus dipenuhi dalam pembangunan rumah susun, antara lain adalah kelengkapan, sarana dan prasarana rumah susun.

1. Kelengkapan Rumah Susun (Pasal 14)

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) tentang fasilitas rumah susun, lingkungan rumah susun harus dilengkapi dengan fasilitas lingkungan yang dapat berupa ruang atau bangunan. Namun dalam konteks ini perlu menyaring beberapa fasilitas saja karena pengguna rumah susun lebih kepada para pekerja. Jenis fasilitas lingkungan yang pokok berada di lingkungan rumah susun ada 6 (enam) jenis seperti yang tertera pada tabel:

Tabel 2-1 Fasilitas Rumah Susun berdasarkan SNI

No	Jenis Fasilitas Lingkungan	Fasilitas yang Tersedia	Fasilitas yang diperlukan (dalam konteks perancangan)
1	Fasilitas Niaga	Warung	
		Toko-toko perusahaan dan dagang	Foodcourt
		Pusat Perbelanjaan	Pasar
			Agriculture Center
2	Fasilitas Pendidikan	Ruang belajar untuk balita	
		Ruang belajar untuk Sekolah Dasar	
		Ruang belajar untuk SMP	
		Ruang belajar untuk SMU	
			Ruang belajar Umum
3	Fasilitas Kesehatan	Posyandu	
		Balai pengobatan	
		BKIA dan rumah bersalin	
		Puskesmas	Klinik kesehatan
		Praktek dokter	
		Apotek	Apotek
4	Fasilitas Ibadah	Musholla	Musholla
		Masjid kecil	
5	Fasilitas Pelayanan Umum	Kantor RT	
		Kantor Balai RW	
		Pos hansip	Pos keamanan
		Pos polisi	
		Gedung serbaguna	Ruang serbaguna
		Telpon umum	
		Ruang duka	
		Kotak surat	Ruang surat
			Kantor Pengelola
6	Ruang terbuka		TPS
		Taman	Taman
		Tempat bermain	Innercourt
		Lapangan olahraga	
		Sirkulasi	Sirkulasi
		Parkir	Parkir
			Lahan tanam konvensional

2. Kajian Persyaratan Ruang Huni Rumah Susun

Pada konteks ini rumah susun diperuntukkan bagi pekerja yang berkeluarga maupun lajang dengan penghasilan menengah bawah dan rendah, serta mahasiswa, oleh karenanya perlu ada acuan terkait besaran ruang huni/dwelling unit rumah susun yang diperuntukkan bagi pengguna. Besaran ruang huni tersebut mengacu pada peraturan Ditjen Perumahan Rakyat Yogyakarta sebagai berikut:

Tabel 2-2 Standar Besaran dan tata ruang rumah susun

Rumah Susun Sewa Pekerja/Prajurit	Rumah Susun Sewa Mahasiswa/Siswa/Santri
Bangunan: <ul style="list-style-type: none"> - Jumlah lantai 3 s.d. 8 <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah lantai 3 – 5: menggunakan tangga • Jumlah lantai 6 – 8: menggunakan lift dan tangga 	Bangunan: <ul style="list-style-type: none"> - Jumlah lantai 3 dan 4
Ruang Hunian: 36 m ² dan 45 m ²	Ruang Hunian: Berbentuk unit-unit menampung maksimal 4 orang per unit, 24 m ²
Desain Koridor: Single Loaded	Desain Koridor: Double Loaded karena diperuntukkan bagi lajang
Penempatan Toilet: Toilet individual per unit	Penempatan Toilet: Toilet komunal untuk hunian lajang

Sumber: Ditjen Penyediaan Perumahan, Program dan Anggaran Direktorat Rumah Susun 2016-2017

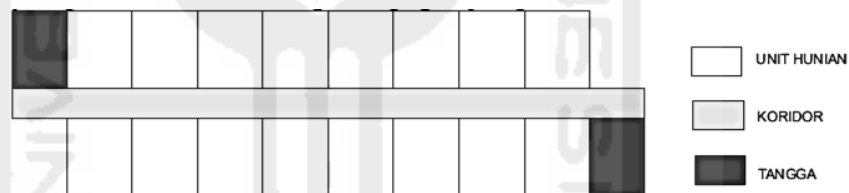
Tipe besaran ruang hunian yang dipilih berdasarkan persyaratan teknis dalam Program dan Anggaran Direktorat Rumah Susun 2016-2017, sesuai dengan kebutuhan bagi rumah susun pekerja berkeluarga kurang lebih sebesar 36m². Sedangkan untuk pekerja lajang atau mahasiswa ditentukan sebesar 24m² untuk maksimal 4 orang penghuni, sehingga rata-rata satu orang penghuni membutuhkan luas sebesar 6m²

3. Kajian Tata Ruang pada Rumah Susun

Penataan ruang-ruang hunian pada rumah susun dapat dirancang dengan berbagai pertimbangan, terutama yang terkait dengan efisiensi bangunan dan potensi site terpilih. Yunanto (2016) menganalisa kelebihan dan kekurangan dari berbagai jenis tata ruang rumah susun sebagai berikut:

a. Tipe koridor tengah (*inner corridor type*).

Tipe koridor seperti ini biasanya digunakan pada site yang berbentuk linier/persegi panjang.



Gambar 2-11 Koridor Tengah

Sumber: Peda B. Yunanto, *Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta* (2016)

Tabel 2-3 Kelebihan dan Kekurangan Koridor Tengah

Kelebihan	Kekurangan
Potensi efisiensi serta ekonomis dalam proses konstruksinya	Kekurangan dalam perolehan cahaya alami
Akses view setiap unit hanya satu arah yang memungkinkan privasi tetap terjaga	Penerapan ventilasi silang pada koridor jenis ini kurang berfungsi secara maksimal
Keamanan terjamin	Kurang memungkinkan adanya penanaman vegetasi pada koridor karena pencahayaan relative kurang

	Tidak adanya <i>special behavior</i> , yaitu adanya kecenderungan berkumpul dan melakukan komunikasi antar penghuni di koridor
	Berpotensi timbul kesan kumuh (<i>slump</i>)

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

b. Tipe koridor satu sisi

Koridor satu sisi cenderung bersifat linier. Perlu adanya perencanaan *barrier* pada daerah bukaan untuk mendapatkan kenyamanan termal, akustik dan visual.



Gambar 2–12 Koridor satu sisi

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

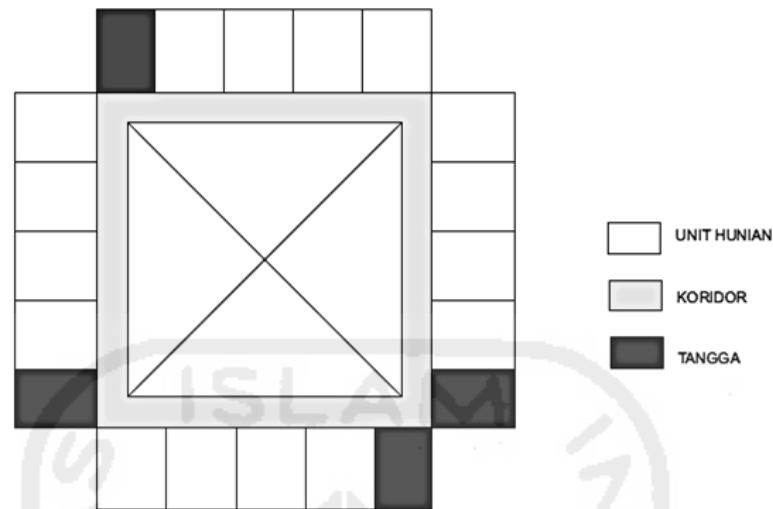
Tabel 2-4 Kelebihan dan Kekurangan Koridor satu sisi

Kelebihan	Kekurangan
Akses view dua arah	Tidak efisien dalam proses konstruksinya
Memungkinkan untuk penerapan ventilasi silang	Kurangnya fleksibilitas pemanfaatan lahan
Memungkinkan untuk penanaman vegetasi	Tingkat privasi penghuni kurang terjaga
Kenyamanan termal dapat maksimal	Koridor hanya melayani sedikit penghuni sehingga tidak efisien
Dapat secara terbuka berinteraksi dengan lingkungan sekitar/alam sekitar	Kurangnya kenyamanan akustik karena suara dapat masuk dari mana saja
	Aspek kenyamanan kurang terjamin

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

c. Koridor terpusat (*court corridor type*)

Koridor jenis ini memiliki system pencapaian yang memusat, koridor berada di tengah-tengah hall atau court dengan dikelilingi unit hunian.



Gambar 2-13 Koridor terpusat

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

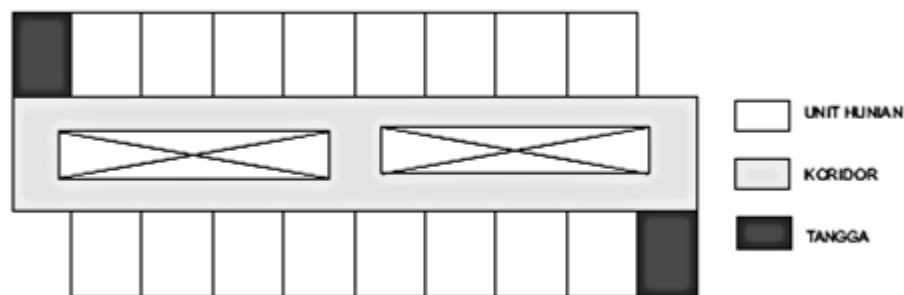
Tabel 2-5 Kelebihan dan kekurangan koridor terpusat

Kelebihan	Kekurangan
Rasa aman penghuni dapat diperoleh secara maksimal	Akses view hanya satu arah
Kenyamanan termal cukup baik karena adanya void sebagai pendukung sirkulasi udara/ ventilasi silang	Fleksibilitas koridor kurang multifungsi sebagai ruang komunal
Memungkinkan adanya penanaman vegetasi di tengah	Dalam proses pelaksanaan kurang efisien dan ekonomis
Privasi penghuni terjaga	Kurang menguntungkan jika terjadi kebakaran
Efisien dalam pemanfaatan lahan	

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

d. Koridor kembar (*twin corridor type*)

Sirkulasi koridor kembar bersifat linier dengan akses view unit bangunan dua arah sehingga memerlukan pengaturan bukaan.



Gambar 2–14 Koridor kembar

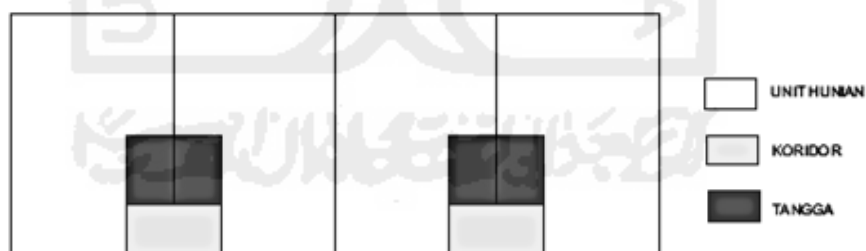
Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

Tabel 2-6 Kelebihan dan kekurangan koridor kembar

Kelebihan	Kekurangan
Koridor dapat berfungsi sebagai ruang komunal	Perletakan pencapaian secara vertical kurang menguntungkan apabila terjadi bahaya banjir
Mendukung penerapan ventilasi silang	Ruang-ruang komunal letaknya terpisah sehingga kurangnya rasa kebersamaan
Memungkinkan penanaman vegetasi pada koridor	Kurang efektif dalam proses konstruksi karena letaknya
Privasi penghuni terjaga yang terpisah	

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

e. Koridor tangga (*stair corridor type*)



Gambar 2–15 Koridor tangga

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

Tabel 2-7 Kelebihan dan kekurangan koridor tangga

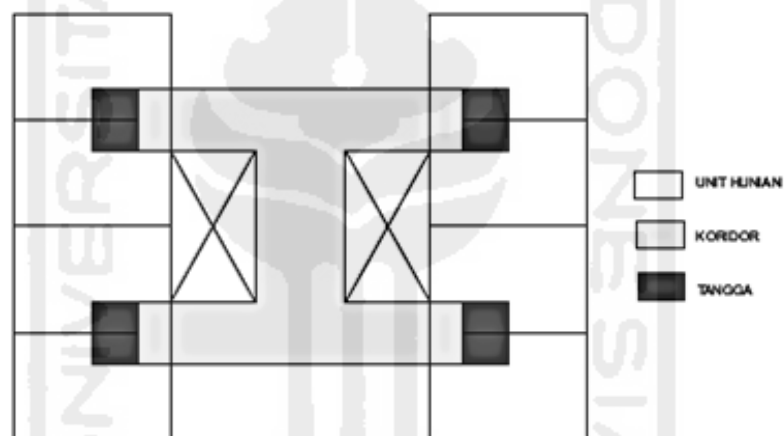
Kelebihan	Kekurangan
-----------	------------

Memungkinkan adanya penanaman vegetasi pada area koridor	Tidak terbentuknya ruang komunal
Memungkinkan adanya ventilasi silang	Privasi penghuni kurang terjaga
	Proses evakuasi yang sulit bila terjadi kebakaran karena terfokus pada tangga
	Kurang ekonomis dari segi konstruksinya

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

f. Koridor galeri terbuka (*open gallery corridor type*)

Koridor galeri terbuka hanya terdapat di lantai-lantai tertentu dengan langit-langit yang menjulang tinggi.



Gambar 2-16 Koridor Galeri Terbuka

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

Tabel 2-8 Kelebihan dan Kekurangan koridor galeri terbuka

Kelebihan	Kekurangan
Akses view dari dua arah	Perlu adanya pertimbangan perletakkan massa bangunan dengan tapak
Memungkinkan penerapan ventilasi silang	Kurang efektif apabila terjadi kebakaran
Memungkinkan penanaman vegetasi pada area koridor	Kurang ekonomis dari segi struktur
Aspek keamanan terjamin	

Sumber: Peda B. Yunanto, Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta (2016)

Berdasarkan kajian dari berbagai jenis koridor tersebut yang tepat digunakan untuk hunian efisien ialah *court corridor type* (koridor terpusat). Sistem koridor terpusat dipilih dikarenakan kelebihanannya terhadap aspek keamanan, penghawaan, serta yang paling penting yaitu mendukung untuk penanaman vegetasi di sisi dalam bangunan bangunan.

2.4.1.3 Kajian tentang Konsep *Shared-Unit*

Konsep *Shared-Unit* adalah konsep hunian privat, tapi dengan pengguna yang komunal. Konsep ini lahir dari kebutuhan akan ruang huni yang mendesak pada lahan yang semakin sempit oleh pertumbuhan manusia dan aktivitasnya sehingga diupayakan untuk bisa berbagi ruang agar dapat menampung sebanyak mungkin pengguna pada kondisi lahan yang minimal. Penerapan konsep ini biasanya untuk pengguna yang memiliki karakter sama seperti sekelompok mahasiswa, sekelompok karyawan pabrik, yang menyewa rumah untuk dijadikan tempat tinggal bersama, maupun dua atau lebih keluarga dalam satu atap. (Yunanto 2016)

Berdasarkan Standar Besaran dan Tata Ruang Rumah Susun, ruang hunian yang diperuntukkan untuk mahasiswa yang berbentuk unit-unit menampung maksimal 4 orang per unit dengan luasan 24 m² per unitnya. Dengan kata lain, hunian dengan sistem *share-unit* untuk mahasiswa dapat menampung 3-4 orang, dengan asumsi bahwa mahasiswa yang dimaksud adalah lajang. Sedangkan hunian yang diperuntukkan untuk pekerja, dengan besaran ruang hunian yang dipilih adalah 36m² per unitnya. Pekerja yang dimaksud disini adalah pekerja yang sudah berkeluarga. Untuk pekerja yang masih lajang, dikelompokkan bersama dengan mahasiswa pada hunian *shared-unit*.

Pertimbangan karakteristik penghuni yang terbiasa untuk berbagi/share dalam aspek komunal seperti menonton TV bersama, makan bersama, menjadi pertimbangan dalam pemilihan pendekatan tersebut. Selain dapat menampung jumlah penghuni komunal yang

kompleks dalam lahan sempit, konsep Share-Unit pada kasus ini juga memungkinkan adanya efisiensi biaya sewa hunian karena ditanggung bersama-sama.

2.4.2 Kajian Pertanian Vertikal

Jumlah penduduk yang semakin banyak dengan asumsi pertambahan penduduk sebesar 1,5% per tahun memiliki dampak pada jumlah kebutuhan hidup yang tentunya juga semakin besar. Salah satu masalah yang sangat fundamental adalah pemenuhan kebutuhan pangan. Dalam menjaga ketahanan pangan nasionalnya, Indonesia harus mempersiapkan persediaan pangannya secara sistematis dan berkelanjutan (sustainable) untuk mencukupi kebutuhannya. Yang menjadi tantangan berat bagi Indonesia adalah bagaimana mencukupi kebutuhan pangan untuk 320 juta orang atau bahkan 430 juta orang di masa depan, sedangkan saat ini banyak kebutuhan pangan yang masih harus diimpor untuk menutup kekurangan yang ada di Indonesia. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri di negara-negara berkembang seperti di Indonesia, areal lahan pertanian semakin berkurang yang pada umumnya disebabkan oleh pembangunan pemukiman penduduk yang tidak terencana.

Dari data statistik terlihat lahan panen tanaman pangan Indonesia dalam 12 tahun terakhir tidak ada peningkatan, bahkan malah menurun drastis untuk tanaman pangan tertentu, seperti misalnya kedelai. Oleh sebab itu, produksi tanaman melalui metode horizontal farming di masa datang tidak dapat lagi diandalkan, terlebih dengan adanya proyek-proyek perluasan industri dan eksploitasi sumber-sumber energi baru.

Proyek pertanian vertikal modern pertama kali diperkenalkan pada tahun 1999 oleh Dickson Despommier, seorang professor Kesehatan Lingkungan dan Mikrobiologi di Colombia University, New York, Amerika Serikat. Namun sampai sekarang penerapan pertanian vertikal masih sangat terbatas. Meskipun dengan demikian, sudah ada beberapa di negara Asia yang membuat proyek pertanian vertikal ini dalam skala besar, contohnya di Singapura dan Korea Selatan.



Gambar 2–17 Konsep pertanian vertikal yang telah berhasil diwujudkan di Singapura
 Sumber: <http://www.urban-growth.com/2013/04/Singapores-vertical-urban-farm.html>.

Vertical farming berasal dari kata *vertical* yang artinya tegak lurus, *farming* artinya pertanian. Secara umumnya *vertical farming* merupakan teknologi cara bertanam pertanian modern dengan menempatkan media tanam dalam wadah-wadah yang disusun secara vertikal yang dilakukan pada media tegak/vertikal serta dapat pula disusun secara bertingkat.

2.4.2.1 Keunggulan dan Kelemahan Pertanian Vertikal

Terdapat beberapa keunggulan dan kelemahan dari vertical farming, sebagai berikut:

Tabel 2-9 Keunggulan dan kelemahan vertical farming

Keunggulan	Kelemahan
Efisiensi penggunaan energy Sistem perputaran (<i>Air powering frame</i>) air dibantu oleh gaya gravitasi dan membutuhkan sedikit konsumsi listrik, untuk daya satu <i>air powering</i>	Memerlukan modal awal tinggi Untuk memutuskan menggunakan system ini, perlu menyiapkan investasi yang cukup besar, karena seperti yang kita tahu harga lahan perkotaan lebih tinggi daripada lahan pertanian.

<i>frame</i> adalah setara dengan energi yang dibutuhkan 60 watt bola lampu.	
Penggunaan Air dapat dihemat Sistem Pertanian Vertikal hanya menggunakan sekitar 10% dari kebutuhan air untuk pertanian tradisional di lapangan terbuka.	Pemeliharaan tanaman betul-betul intensif Beberapa jenis tanaman dengan variasi teknik menanam dan media tumbuh, mengharuskan kontrol atau pemeliharaan terhadap tanaman harus tepat dan intensif. Terlebih pada beberapa system penanaman ada yang menggunakan pompa dan timer dalam prosesnya.
Perluasan area tumbuh System ini memberikan perluasan area tumbuh hingga 8 kali lebih luas (1 hektar dalam ruangan setara dengan 4-6 hektar outdoor atau lebih).	
Mengurangi Biaya Transport Posisi strategis dari fasilitas yang dekat dengan titik penjualan atau jaringan distribusi secara langsung mengurangi waktu dari panen ke konsumen	Ragam jenis sayuran dan buah-buahan yang terbatas Salah satu factor yang membuat system ini kadang kurang disukai petani adalah mereka tidak mampu menanam tanaman dengan variasi yang berbeda (keterbatasan ragam jenis tanaman). Alasannya adalah bahwa hanya jenis-jenis tanaman tertentu yang dapat diproduksi dengan baik dalam control lingkungan pertanian ini.
Biaya Tenaga Kerja Rendah Tenaga kerja manual hanya diperlukan di tempat untuk penanaman, pemanenan dan pengemasan tanaman.	
Tidak ada kegagalan panen yang berhubungan dengan cuaca karena kekeringan, ataupun banjir.	

Sumber: <http://www.verticalfarms.com.au/advantages-vertical-farming>

Keunggulan dari sistem vertical farming yang berkaitan dengan penggunaan energy dapat dimaksimalkan, terlebih dengan memadukannya dengan aplikasi dari sistem autonomous dimana bangunan dapat menghasilkan energinya secara mandiri. Selain itu penggunaan air juga dapat dihemat, dan juga bisa diolah kembali.

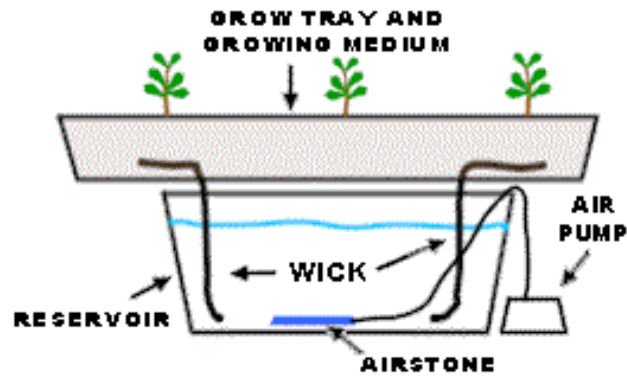
2.4.2.2 Kajian tentang Sistem Hidroponik dan Cara Kerjanya

Sistem Penanaman yang akan digunakan untuk mendukung konsep perancangan adalah sistem penanaman hidroponik. Secara singkat dapat dijelaskan bahwa sistem hidroponik merupakan sistem pertanian dengan menggunakan media air. Sistem ini memiliki manfaat mengurangi ancaman limbah air melalui irigasi berlebihan atau kurang tepat waktu (kehilangan air karena penguapan), memaksimalkan ruang vertikal dan meminimalkan pekerjaan tanah. Dengan metode hidroponik ini tanaman dapat ditanam pada area yang terbatas, efisien dalam penggunaan air karena dapat di daur ulang dan dapat memanfaatkan material daur ulang sebagai media tanamnya.

Ada 6 tipe dasar sistem hidroponik; Wick (sumbu), Water Culture (Pengolahan Air), Ebb dan Flow (pasang dan surut), Drip/tetes (recovery atau non-recovery), Nutrient Film Technique (Teknik Lapisan Gizi) dan Aeroponik. Ada ratusan variasi pada tipe-tipe sistem dasar, tetapi semua metode hidroponik adalah variasi (atau kombinasi) dari keenam ini.

a. Sistem Wick

Konsep dari cara bertanam hidroponik sistem sumbu adalah pemberian nutrisi tanaman di media tumbuh melalui sumbu yang digunakan sebagai reservoir. Jadi akar tanaman tidak tercelup langsung di dalam air, melainkan mereka tumbuh dalam beberapa bahan penahan air seperti rockwool atau sabut kelapa. Sistem ini dapat menggunakan berbagai media tumbuh, namun Perlite, Vermiculite, Pro-Mix dan Coconut Fiber adalah yang paling populer. Kelemahan terbesar dari sistem ini adalah tanaman yang besar atau yang menggunakan air dalam jumlah besar dapat menggunakan larutan nutrisi hingga lebih cepat daripada penyediaan dari sumbu sendiri.

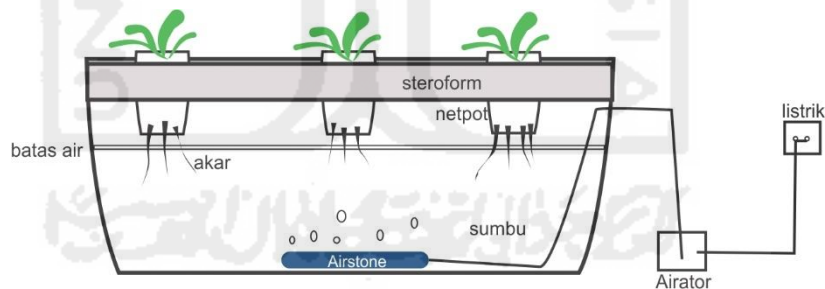


Gambar 2-18 Wick System

Sumber: <http://www.simplyhydro.com/hydrou.htm>

b. Sistem Water Culture

Konsep dari sistem ini adalah membiarkan akar tanaman mengapung di air nutrisi sehingga tanaman dapat asupan nutrisi selama 24 jam sehari non stop. Platform yang menopang tanaman biasanya terbuat dari styrofoam dan mengapung langsung pada larutan nutrisi. Sebuah pompa udara menyuplai udara ke batu udara yang gelembung dari larutan nutrisi dan memasok oksigen ke akar tanaman. Dalam jenis system ini, tanaman selada adalah yang paling baik. *Kelemahan* terbesar dari sistem ini dimana tidak bekerja dengan baik dengan tanaman berukuran besar atau dengan tanaman yang berjangka panjang.



Gambar 2-19 System Water Culture

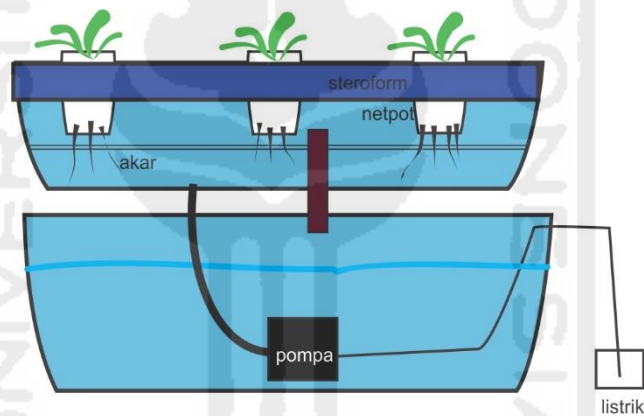
Sumber: <http://caramenanamhidroponik.com/>

c. Sistem Ebb and Flow

Ebb dan flow sistem bekerja dengan cara mengalirkan sementara dan membanjiri penanaman tumbuh dengan larutan nutrisi dan kemudian menguras larutannya kembali ke dalam reservoir. Tindakan ini biasanya dilakukan dengan pompa terendam yang terhubung ke timer. Ketika timer mengaktifkan pompa,

larutan nutrisi dipompa ke dalam penampa tumbuh. Ketika timer mematikan pompa, larutan nutrisi mengalir kembali ke dalam reservoir. Timer diatur untuk diaktifkan beberapa kali dalam sehari, tergantung pada ukuran dan jenis tanaman, suhu dan kelembaban dan jenis media tumbuh yang digunakan.

Seluruh penanaman tumbuh bisa diisi dengan batuan tumbuhan, kerikil atau butiran *Rockwool*. *Kerugian* utama dari jenis sistem ini adalah bahwa dengan beberapa jenis media tumbuh (Gravel, Growrocks, Perlite), ada kerentanan terhadap pemadaman listrik dimana dapat menyebabkan pompa dan timer gagal bekerja. Akar dapat kering dengan cepat ketika siklus penyiraman terganggu. Masalah ini dapat dilegakan dengan menggunakan media tanam yang mempertahankan lebih banyak air (*Rockwool*, Vermiculite, sabut kelapa atau campuran yang baik seperti Pro-mix atau Faffard).



Gambar 2–20 System drain/ebb cycle

Sumber: <http://caramenanamhidroponik.com/>



Gambar 2–21 Media tumbuh hidroponik (kiri-kanan); coconut coir, agricultural grade perlite, expanded clay pellets, and common pea gravel.

Sumber: How to Hydroponics, Keith Roberto

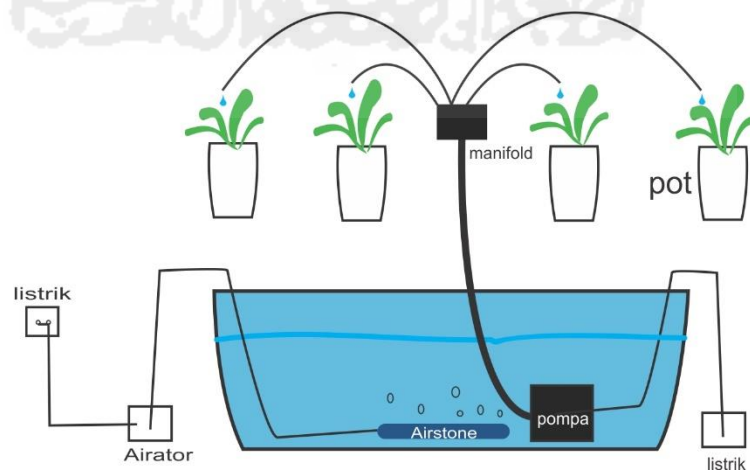


Gambar 2–22 Media tumbuh hidroponik; rockwool
Sumber: How to Hydroponics, Keith Roberto

d. Sistem Drip (recovery dan non recovery)

Sistem Drip mungkin merupakan jenis yang paling banyak digunakan dalam sistem hidroponik di dunia. Prosesnya sederhana; timer mengontrol pompa terendam. Timer menyalakan pompa dan larutan nutrisi yang menetes ke dasar setiap tanaman dengan garis tetes kecil. Dalam *recovery drip system*, kelebihan larutan nutrisi yang meluber dikumpulkan kembali ke reservoir untuk digunakan kembali. Sedangkan *Non-recovery Drip System* sebaliknya.

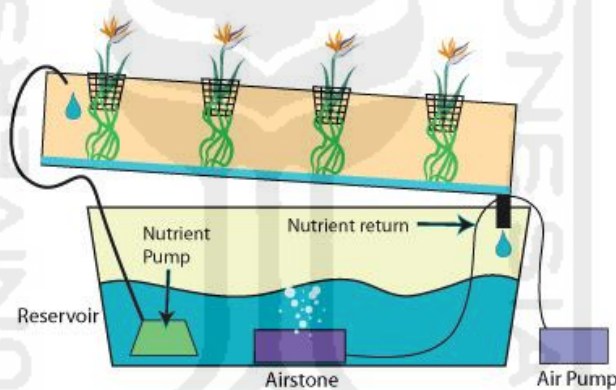
Pada sistem *recovery* menggunakan larutan nutrisi sedikit lebih efisien, dimana kelebihan larutan akan digunakan kembali, ini juga memungkinkan untuk penggunaan timer lebih murah karena sistem pemulihan tidak memerlukan kontrol yang tepat dari siklus penyiraman. Sistem non-recovery perlu memiliki timer yang lebih tepat sehingga siklus penyiraman dapat disesuaikan untuk memastikan bahwa tanaman mendapatkan larutan nutrisi yang cukup.



e. Sistem N.F.T (Nutrient Film Technique)

Ini adalah jenis sistem hidroponik yang kebanyakan orang pikirkan ketika mereka berpikir tentang hidroponik. N.F.T. sistem memiliki aliran larutan nutrisi yang konstan sehingga tidak ada waktu yang diperlukan untuk pompa submersible. Larutan nutrisi dipompa ke dalam penampa tumbuhan (biasanya tabung) dan mengalir kedalam akar tanaman, dan kemudian mengalir kembali ke reservoir.

Biasanya tidak ada media tumbuh yang digunakan selain udara, yang mana menyimpan biaya penggantian media tumbuh setelah setiap panen. Biasanya tumbuhan ditanam dalam keranjang plastik kecil dengan akar menjuntai ke dalam larutan nutrisi.



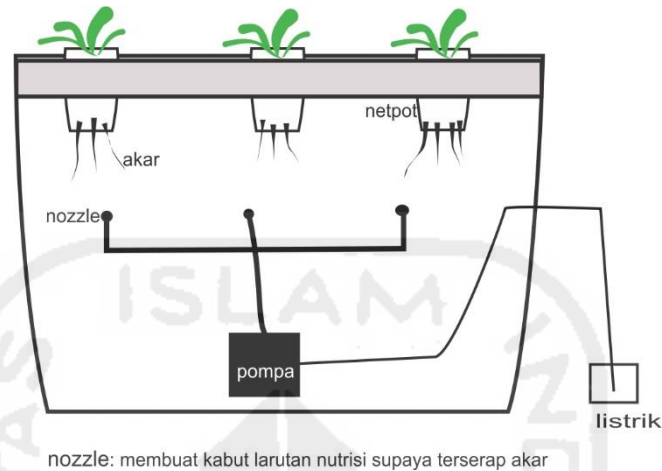
Gambar 2–24 N.F.T System

Sumber: <http://caramenanamhidroponik.com/>

f. Sistem Aeroponic

Sistem aeroponik mungkin jenis dengan teknologi tinggi dalam system bertanaman hidroponik. Seperti system N.F.T. sebelumnya, dimana sistem di atas media tumbuh terutama udara. Akar menggantung di udara dan dikabuti dengan larutan nutrisi. Pengkabutan biasanya dilakukan setiap beberapa menit. Karena akar yang terkena udara seperti N.F.T. sistem, akar akan mengering dengan cepat jika siklus pengkabutan terganggu.

Sebuah timer mengontrol pompa nutrisi seperti jenis-jenis system lain dari sistem hidroponik (seperti yang dijelaskan sebelumnya), kecuali sistem aeroponik membutuhkan waktu siklus pendek yang menjalankan pompa selama beberapa detik setiap beberapa menit.



Gambar 2–25 Aeroponic System

Sumber: <http://caramenanamhidroponik.com/>

g. Aquaponics

Aquaponics adalah sistem pertanian yang menggabungkan budidaya konvensional (membesarkan hewan air seperti siput, ikan, lobster atau udang dalam tangki) dengan hidroponik (budidaya tanaman dalam air) dalam lingkungan simbiosis.

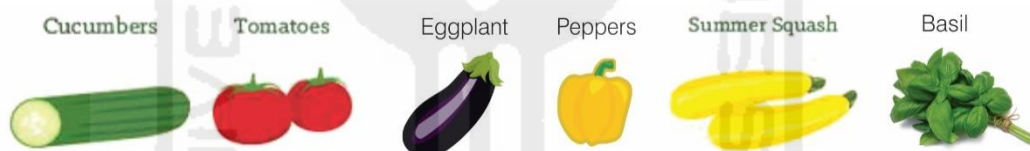
Dari beberapa jenis penanaman secara hidroponik diatas, sistem yang memungkinkan diterapkan dalam perancangan adalah aquaponics, dimana sistem ini merupakan penggabungan antara budidaya konvensional (membesarkan hewan air seperti siput, ikan, lobster atau udang dalam tangki) dengan hidroponik (budidaya tanaman dalam air) dalam lingkungan simbiosis. Sehingga sistem ini diharapkan dapat menghasilkan tanaman/sayuran dengan kualitas yang baik namun tetap dengan metode yang cukup sederhana dalam aplikasinya.

2.4.2.3 Jenis Tanaman berdasarkan Kebutuhan Penyinaran Matahari

Dengan mengetahui di mana menanam sayuran yang tepat hampir sama pentingnya dengan mengetahui tipe jenis pertumbuhan pada posisi pertama. Suhu zona pada area tertentu juga mendefinisikan apa yang mudah kita tumbuhkembangkan, namun penempatan utama dari beberapa jenis sayuran yang dipilih akan menentukan seberapa baik sayuran tersebut akan tumbuh. Berikut ini adalah daftar tumbuhan dengan kebutuhan penyinaran dengan sinar matahari penuh, teduh/berbayang, dan sinar matahari parsial.

a. Sayuran dengan Penyinaran Matahari Penuh

"Full sun" berarti minimal enam jam (biasanya minimal 8) dari penyinaran matahari per hari. Selama setidaknya enam jam, matahari harus langsung bersinar ke tanaman hampir setiap hari. Jelas cuaca buruk dan hari mendung tidak dihitung. Tidak ada teduh/bayangan buatan (dari pohon, bangunan, dll) yang menghalangi sinar matahari. Berikut beberapa jenis tanaman sayuran pada jenis penyinaran matahari penuh:



Gambar 2-26 Jenis Sayuran dengan Penyinaran Matahari Penuh

Sumber: Pengembangan penulis dari <http://www.gardeningchannel.com/sun-and-shade-loving-vegetables-list/>

Dari beberapa jenis sayuran diatas, **basil** dipilih karena merupakan jenis sayuran yang masih jarang dan tidak mudah untuk didapatkan. Oleh karenanya permintaan akan tanaman basil cukup tinggi dengan nilai jual yang relatif mahal pula dibanding sayuran yang lain. *Selasih, tlasih, basil*, atau *basilikum (Ocimum)* adalah segolongan terna yang dapat dimanfaatkan daun, bunga, dan bijinya sebagai rempah-rempah serta penyegar (tonikum). Di Indonesia, selasih baru dikenal dari bijinya yang digunakan sebagai campuran minuman penyegar, namun untuk daunnya sayuran ini masih belum banyak

dimanfaatkan pada masakan Indonesia, karena biasanya basil kerap digunakan pada masakan Italy seperti pasta. (id.wikipedia.org)

b. Sayuran dengan Sinar Matahari Parsial

Parsial Sun adalah sayuran yang membutuhkan setidaknya empat jam sinar matahari per hari, tetapi seiring perkembangan bisa kurang dari enam jam sinar matahari langsung. Ini biasanya termasuk dalam kelompok sayuran dengan "matahari parsial" atau "parsial teduh". Penyinaran matahari parsial biasanya berarti bahwa tanaman masih bisa tumbuh dengan baik dengan lebih banyak sinar matahari, dan penyinaran bayangan parsial berarti bahwa tanaman akan lebih baik tumbuh dengan empat sampai enam jam sebagai lama penyinaran maksimum.



Gambar 2–27 Jenis Sayuran dengan Penyinaran Matahari Parsial

Sumber: Pengembangan penulis dari <http://www.gardeningchannel.com/sun-and-shade-loving-vegetables-list/>

Dari beberapa jenis sayuran diatas, **arugula/rocket** dipilih karena merupakan jenis sayuran yang masih jarang dan tidak mudah untuk didapatkan sama seperti basil. Selain itu, kandungan dari arugula sendiri yang kaya akan kalsium, zat besi, serta vitamin yang berguna untuk membantu pencernaan dan memperlancar peredaran darah.

c. Sayuran dengan Penyinaran Bayangan/Teduh

Sayuran yang tumbuh dengan baik di bawah sinar matahari yang kurang (2 sampai 4 jam) sering disebut tanaman "bayangan terang" atau "berbayang". Beberapa tanaman dengan penyinaran matahari parsial termasuk juga tanaman dengan bayangan terang, seperti kembang kol dan banyak jenis rempah-rempah.



Gambar 2–28 Jenis Sayuran dengan Penyinaran bayangan

Sumber: Pengembangan penulis dari <http://www.gardeningchannel.com/sun-and-shade-loving-vegetables-list/>

Dari beberapa jenis sayuran diatas, **kale** dipilih karena termasuk sayuran yang banyak diburu walau memang belum terlalu marak di Indonesia. Kale sangat bernutrisi karena mengandung beta karoten, vit K, vit C, kalsium, yang kadarnya sangat tinggi dibanding sayuran yang lain. Kale sama halnya dengan brokoli dan brassica lainnya, juga mengandung zat anti kanker. Cuaca yang pas untuk menanam kale adalah di akhir musim hujan. Tanah yang terlalu berair akan membuat bibit kale cepat busuk. Sedangkan untuk pertumbuhannya kale juga memerlukan sinar matahari. Bibit kale menyukai cuaca sejuk, oleh karena itu waktu yang paling tepat untuk menanam tanaman ini adalah pada sore hari.. Kale yang terlalu terpapar matahari dan tumbuh di tanah yang kering akibat jarang disiram akan menghasilkan daun yang pahit.

Jenis tanaman berdasarkan kebutuhan penyinaran matahari erat kaitannya salah satunya dengan menentukan bagian-bagian bangunan mana saja yang berhubungan dengan daylighting (sinar matahari langsung) paling optimal sebagai kebutuhan mendasar dalam memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman, yakni kebutuhan penyinaran baik penyinaran matahari penuh, parsial, maupun penyinaran bayangan/teduh. Sehingga tanaman yang ditanaman melalui sistem vertikal farming akan menghasilkan hasil tanaman yang berkualitas bahkan lebih baik daripada penanaman secara konvensional pada umumnya.

2.4.3 Kajian Sistem Autonomous

Autonomous building adalah sebuah bangunan yang di desain untuk mengoperasikan infrastrukturnya secara mandiri, seperti tenaga listrik, gas, pengolahan air bersih, dan sistem pembuangan air kotor.

Prinsip – prinsip dalam sistem Autonomous antara lain:

- sangat sedikit mengandalkan layanan pemerintah atau bahkan tidak menggunakannya sama sekali
- Biaya operasionalnya lebih hemat karena mampu menghasilkan listrik maupun air secara mandiri.
- Bangunan ini termasuk dalam bangunan yang menggunakan konsep berkelanjutan (sustainable) melalui penggunaan energi dan sumber daya terbarukan, serta tidak menghasilkan gas rumah kaca lebih dari yang mereka konsumsi.

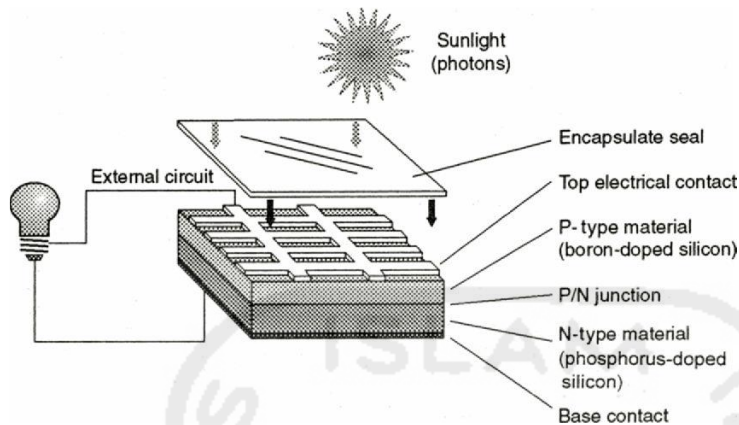
Bangunan dengan berbasis system *autonomous* dapat meningkatkan proteksi dan mengurangi dampak lingkungan dengan menggunakan sumber daya di lokasi (seperti sinar matahari dan hujan). Seringkali bangunan otonom juga mengurangi biaya dan dampak dari jaringan yang melayani bangunan.

Keuntungan dari system otonom adalah bangunan otonom biasanya hemat energi dalam pengoperasiannya, dan karena itu adanya penghematan biaya, untuk alasan yang jelas bahwa kebutuhan energi yang lebih kecil lebih mudah untuk memenuhi off-grid. Tapi mereka dapat mengganti produksi energi atau teknik lain untuk menghindari semakin berkurangnya energi dalam konservasi ekstrim.

Beberapa bidang yang dapat diterapkan sistem autonomous, diantaranya produksi pangan, listrik, air, dan pengolahan limbah. Bangunan dengan prinsip otonom memiliki lahan sendiri yang cukup luas, hal ini dimaksudkan untuk keperluan berkebun bagi penghuninya, baik dengan kebun indoor maupun outdoor, dan hasil kebunnya digunakan untuk memenuhi kebutuhannya sendiri.

1. Energi Listrik

Bangunan otonom dapat mengolah listriknya sendiri, yaitu dengan cara memasang solar panel pada seluruh permukaan atap bangunan atau menggunakan tenaga angin dengan memanfaatkan kincir angin.



Gambar 2–29 Selubung dengan Kerapatan Udara dan Kelembaban

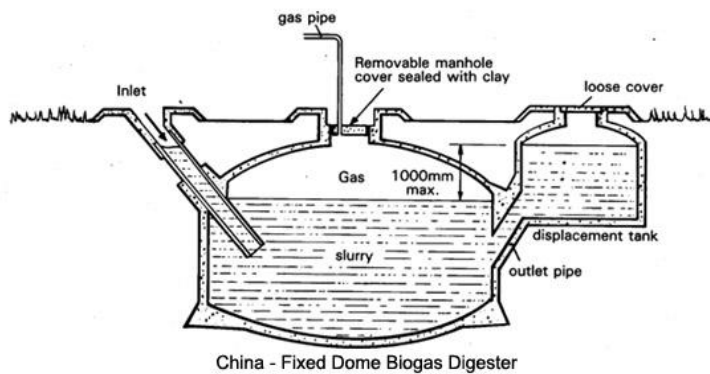
Sumber: Lechner, 2015

2. Pengolahan air

Pengolahan air secara terpadu pun tidak luput dari prinsip suatu bangunan yang otonom. Ada banyak cara / sistem untuk mengumpulkan air di sebuah bangunan otonom, yang jelas, sumber utamanya berasal dari air hujan. Di kebanyakan daerah yang beriklim sedang / tropis memiliki cadangan air hujan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air sepanjang tahun. Dengan menggunakan konsep reused pada pengolahan air, bangunan otonom benar – benar memanfaatkan metode pengumpulan dan konservasi air.

3. Pengolahan limbah

Pemanfaatan limbah menjadi energi terbarukan adalah biogas. Energi biogas dapat diperoleh dari air limbah rumah tangga yang berasal dari hunian atau sampah organik dari pasar. Pemanfaatan energi biogas dengan reaktor biogas memiliki banyak keuntungan, yaitu mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan panas dan daya (mekanis/listrik) serta hasil samping berupa pupuk padat dan cair.



Gambar 2-30 Reaktor Biogas

Sumber: <http://www.build-a-biogas-plant.com/wp-content/uploads/2014/09/-Chinese-Indian-Biogas-Design.jpg>

Sebuah reaktor biogas merupakan sebuah ruang kedap udara yang memfasilitasi degradasi anaerobik black water, lumpur, atau limbah biodegradable (kotoran hewan, dapur, dan limbah kebun). Hal ini juga memfasilitasi pengumpulan biogas, campuran metana (CH_4) dan Karbon Dioksida (CO_2) dihasilkan dalam proses fermentasi dalam reaktor.

Pengolahan sampah organik dari sisa-sisa pertanian dapat diolah menjadi kompos melalui proses pengomposan dengan menggunakan komposter.

Jadi, penerapan **autonomous** dapat diaplikasikan dari segi produksi pangan yang berhubungan dengan pertanian vertikal, produksi energy listrik dnegan menggunakan *photovoltaic* pada permukaan atap, penghematan air dengan mengumpulkan air hujan serta memanfaatkan konsep *reused* pada pengolahan air, serta pengolahan limbah dengan mendaurulang air kotor untuk digunakan lagi seperti untuk menyiram tanaman, kotoran padat sebagai biogas, serta sampah organic dari pertanian menjadi kompos.

2.4.4 Kajian Arsitektur Hemat Energi

2.4.4.1 Strategi Desain Pasif

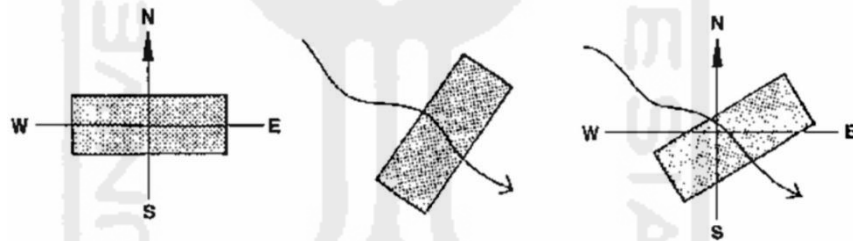
Perancangan pasif merupakan cara penghematan energi melalui pemanfaatan energi matahari secara pasif, yaitu tanpa mengonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Dengan kata lain strategi desain pasif adalah sistem dengan tingkat konsumsi energi yang sangat rendah, tanpa atau meminimalkan penggunaan peralatan ME (mekanikal elektrik) dari sumber yang tidak dapat diperbarui (*non renewable resources*). Rancangan pasif lebih mengandalkan

kemampuan arsitek bagaimana rancangan bangunan dengan sendirinya mampu “mengantisipasi” permasalahan iklim luar.

Perancangan pasif di wilayah tropis basah seperti Indonesia umumnya dilakukan untuk mengupayakan bagaimana pemanasan bangunan karena radiasi matahari dapat dicegah, tanpa harus mengorbankan kebutuhan penerangan alami. Sinar matahari yang terdiri atas cahaya dan panas hanya akan dimanfaatkan komponen cahayanya dan menepis panasnya. Secara umum beberapa penerapan / aplikasi perancangan hemat energi pasif untuk iklim tropis lembab adalah sebagai berikut :

a) Site dan Orientasi Bangunan

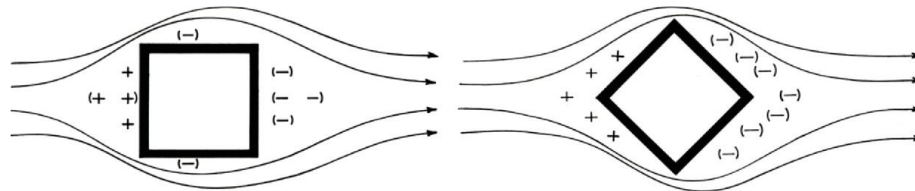
Orientasi fasad bangunan merupakan salah satu elemen kunci bagi banyak strategi desain pasif. Menyesuaikan bentuk sesuai dengan orientasi optimal berdasarkan sun path dapat mengurangi konsumsi energi sebanyak 30% sampai 40% tanpa tambahan biaya. (Passive Design Toolkit, 2009). Pemilihan site dan orientasi bangunan dapat mempengaruhi seberapa banyak radiasi matahari dan angin yang dapat masuk ke dalam bangunan sebagai dari respon pendinginan pasif.



Gambar 2–31 Optimasi orientasi bangunan

Sumber: <http://collections.infocollections.org/ukedu/en/d/Jsk02ce/3.4.html>

Pada daerah tropis, bukaan di sebelah timur dan barat biasanya diminimalkan untuk menghilangkan sebanyak mungkin potensi masuknya radiasi matahari pada pagi dan sore hari. Dinding yang menghadap selatan akan sangat terlindungi dari radiasi matahari melalui penggunaan shading, atap overhang atau pembuatan ceruk jendela (Na Hong dalam Halimawan, 2013).



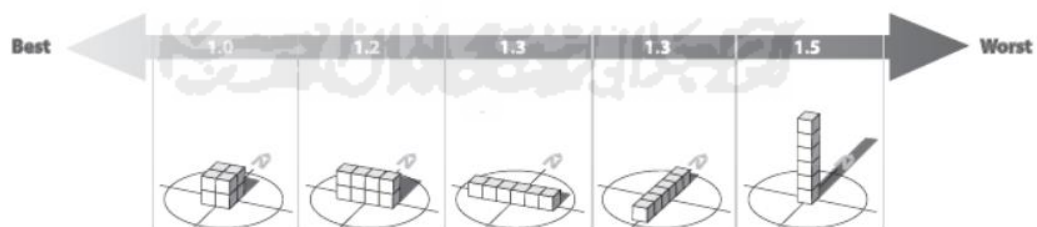
Gambar 2–32 Pengaruh orientasi bangunan terhadap tekanan aliran udara di sekitar bangunan

Sumber: Lechner, 2015

Udara mengalir baik karena arus konveksi alami yang disebabkan perbedaan suhu, atau karena perbedaan tekanan. Udara yang mengalir di sekitar bangunan akan mengakibatkan tekanan positif dan negatif. Perbedaan orientasi massa dan bukaan sangat mempengaruhi aliran udara disekitar maupun yg mengalir di dalam bangunan. (Lechner 2015)

b) Bentuk dan Massa Bangunan

Bentuk dan massa bangunan memiliki potensi besar untuk mengurangi intensitas energi bangunan. Beberapa bentuk bangunan tertentu sangat meningkatkan rasio antara luas selubung bangunan dan volume (contoh, gedung menara yang tipis) yang dapat menurunkan kinerja energi bangunan. Dengan luas yang sama, bangunan dengan luas selubung bangunan yang lebih kecil akan mencapai efisiensi energi yang lebih baik. Bentuk bangunan yang “compact” secara signifikan menurunkan intensitas energi bangunan dan mengurangi kebutuhan sistem mekanikal (Passive Design Toolkit, 2009).

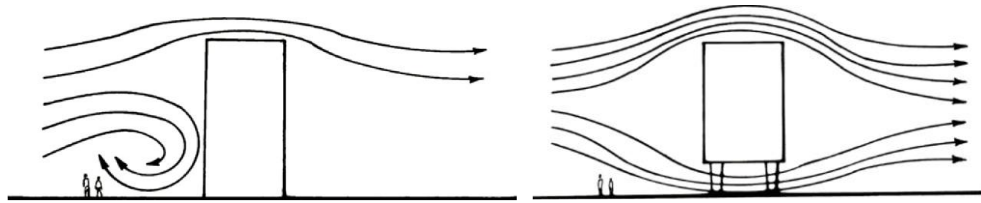


Gambar 2–33 Efek Rasio Luas Selubung dan Volume bangunan Terhadap Efisiensi Energi

Sumber: Passive Design Toolkit

Massa bangunan juga mempengaruhi aliran angin yang ada disekitar bangunan. Bangunan yang tinggi biasanya akan menciptakan daerah yang berangin

pada lantai dasar. Namun, massa bangunan pilotis dapat menciptakan aliran angin yang sangat kencang pada dasar bangunan (Lechner,2015).

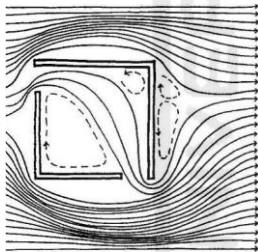


Gambar 2–34 Pengaruh ketinggian massa bangunan terhadap aliran angin

Sumber: Lechner,2015

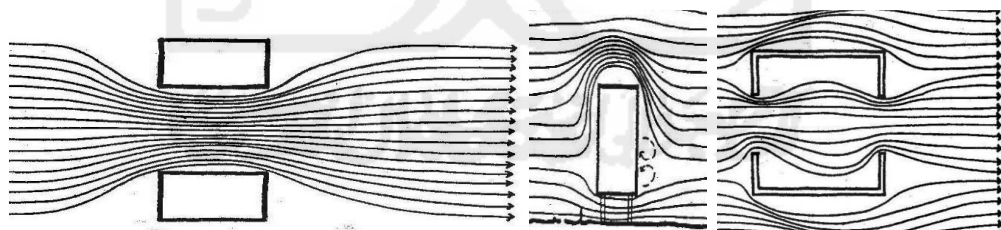
c) Ventilasi Alami

Dengan penggunaan ventilasi alami maka beban serta kebutuhan akan pendingin buatan dapat dikurangi. Ventilasi silang dapat tercipta dengan: 1. Memberikan bukaan pada dua sisi cenderung berlawanan (*cross ventilating*). 2. Memberikan tekanan udara yang berbeda, dengan rekayasa perbedaan suhu dan ketinggian (*stack effect & void system*) dan 3. Mempersempit ruang gerak udara untuk meningkatkan kecepatan udara (*wind tunnel effect*).



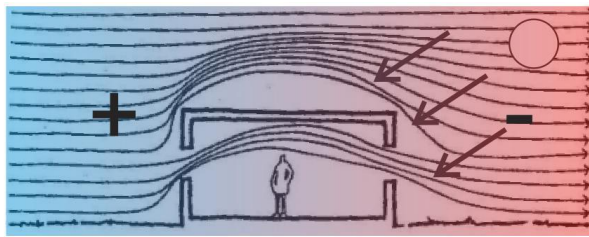
Gambar 2–35 Sistem Ventilasi Silang (*Cross Ventilating*)

Sumber: Fuller, Moore. (1993) *Environtmental Control System*



Gambar 2–36 Sistem *Stack Effect*

Sumber: Fuller, Moore. (1993) *Environtmental Control System*

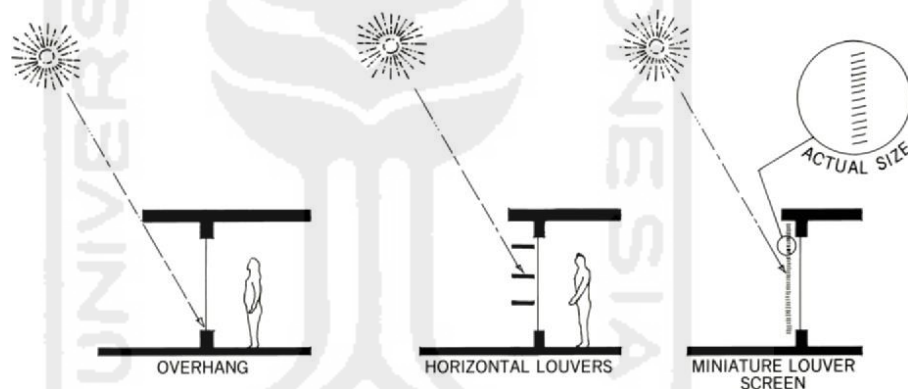


Gambar 2–37 Sistem Wind Tunnel Effect (melalui celah massa, bawah massa terangkat dan di dalam ruangan)

Sumber: Fuller, (1993) *Environtmental Control System*

d) Shading

Shading sangat tergantung dengan orientasi, setiap orientasi memerlukan strategi shading yang berbeda. Sisi sebelah barat dan timur sangat baik untuk di hindari, karena sisi tersebut tidak bisa di naungi dengan baik. Dalam beberapa kasus, kombinasi dari elemen vertikal dan horizontal dapat digunakan. Karena pandangan adalah prioritas tertinggi, overhang tunggal horizontal biasanya menjadi pilihan terbaik. Meskipun hal tersebut menghalangi pandangan ke langit, namun yang paling penting pandangan horizontal tidak terhalangi.

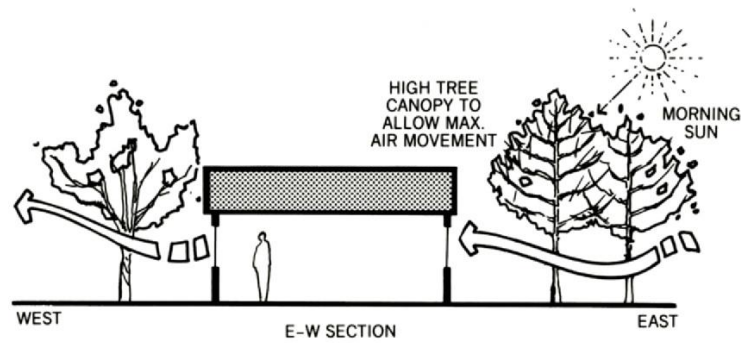


Gambar 2–38 Kinerja Fixed Shading

Sumber: Lechner, 2015

e) Optimalisasi Vegetasi

Vegetasi selain dapat memberikan pengkondisian iklim sejuk dalam tapak juga digunakan untuk melindungi gubahan massa dari sinar matahari, baik radiasi, konduksi, maupun konveksi. sehingga berdasarkan orientasi bangunan yang telah dipaparkan sebelumnya peletakan vegetasi paling baik berada di sebelah Timur atau Barat.



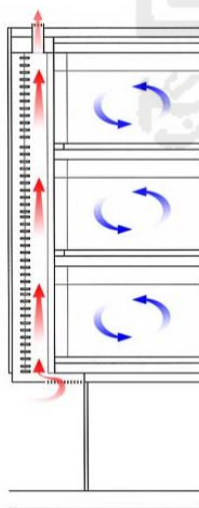
Gambar 2–39 Pemanfaatan vegetasi terhadap pendinginan pasif

Sumber: Lechner, 2015

2.4.4.2 Strategi Desain Pasif Terintegrasi

Terkait perancangan pasif di wilayah tropis lembab seperti Indonesia umumnya dilakukan untuk mencegah pemanasan bangunan tanpa menghalau pencahayaan dan penghawaan alami. Oleh karenanya diperlukan aplikasi desain pasif pada kulit luar bangunan yang mampu mengintegrasikan sekaligus beberapa rancangan pasif seperti pencahayaan alami, ventilasi alami, shading dan isolasi thermal sehingga tercapai perlindungan panas yang optimal, baik secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

Salah satu teknik strategi desain pasif untuk selubung bangunan bertingkat tinggi yaitu Double Skin Facade (DSF). Menurut Boake, 2003 sistem DSF diklasifikasikan dalam 3 jenis, yaitu:

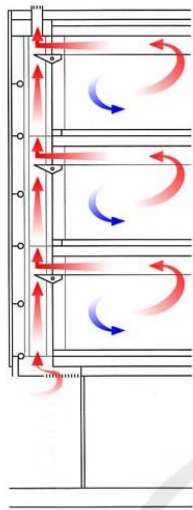


- **Buffer System**

Sistem ini menggunakan dua lapisan kaca tunggal dengan jarak 250-900 mm antar kaca dan memungkinkan udara segar masuk ke dalam bangunan melalui sarana tambahan yg terkontrol.

Gambar 2–40 Buffer System

Sumber: Understanding the General Principles of the Double Skin Facade System (Boake 2003)

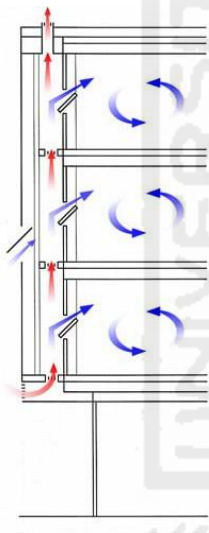


- **Extract Air System**

Extract Air System, system ini merupakan penambahan lapisan kaca tunggal yang ditempatkan pada sisi interior yang berada pada sisi selubung bangunan. Ruang udara yang berada antara dua lapisan selubung menjadi bagian system HVAC. Udara segar disuplai oleh system HVAC dan ventilasi alami.

Gambar 2–41 Extract Air System

Sumber: Understanding the General Principles of the Double Skin Facade System



- **Twin Face System**

Sistem ini terdiri dari konvensional curtain wall dalam selubung tunggal bangunan. Sistem ini membutuhkan ruang sedikitnya 500 sampai 600 mm. Selubung luar digunakan sebagai perlindungan dari cuaca. Dengan sistem ini, selubung dalam memberi sifat isolasi untuk meminimalkan kehilangan panas. Selubung luar digunakan untuk memperlambat angin pada bangunan bertingkat tinggi dan memungkinkan bukaan interior dan akses ke udara segar tanpa bermasalah pada suara ataupun turbulensi udara.

Gambar 2–42 Twin Face System

Sumber: Understanding the General Principles of the Double Skin Facade System

2.4.4.3 Strategi Desain Aktif

a) **Pencahayaan Buatan Hemat Energi**

Penerangan listrik merupakan bagian dari pendekatan desain untuk pencahayaan berkelanjutan. Karena memperhatikan energi, compact fluorescent lamps (CFL) telah dikembangkan yang dapat langsung menggantikan lampu pijar

yang kurang efisien. Karena pemanasan global, sangat penting untuk meminimalkan penggunaan lampu pijar, dan CFL membuat lebih mudah dan bahkan hemat biaya. Pada lampu CFL luminasi setara 40W, hanya membutuhkan energi sebesar 8- 11W dengan umur pemakaian 12.000 jam.

Jenis lain adalah Silid State Lighting (SSL) menggunakan teknologi yang sama dengan industri komputer. SSL sangat tahan terhadap kekerasan fisik dan juga tahan lama. Hal ini meningkat dengan sangat cepat dan memiliki potensi menjadi sumber cahaya yang ideal dengan 200 lumen per watt. Jenis yang paling dikembangkan dalam SSL adalah Light Emitting Diode (LED).

b) Penghawaan Buatan (HVAC) Hemat Energi

Sistem pengkondisian udara yang efisiensi energinya paling tinggi adalah dengan sistem pengontrol *Variable Refrigerant Volume* (VRV) sehingga merupakan salah satu teknologi *Building Automation System* (BAS). Cara kerja VRV ini dengan cara langsung mengatur laju aliran refrigerantnya secara terus menerus sebagai reaksi atas terjadinya perubahan beban. Ada 3 hal utama yang membuat AC VRV hemat energi yakni: 1) *Energi penyerapan panas yang lebih rendah*. 2) *Mencegah kapasitas yang berlebihan*. 3) *Efisiensi pada beban sebagian*.

2.4.5 Kajian Preseden Perancangan Bangunan Sejenis

Pada bagian ini membahas mengenai kriteria unit hunian pada rumah susun serta penerapan vertical farming pada bangunan yang dijadikan preseden dengan menjadikan prinsip efisiensi, kesesuaian fungsi serta tata ruang terhadap konteks pengguna dalam perancangan ini yakni pekerja dan mahasiswa.

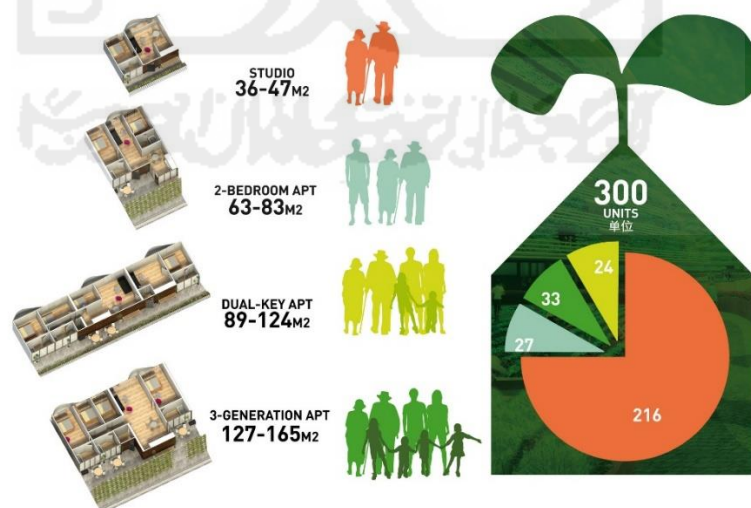
2.4.5.1 House Farm (Vertical Farming Hybrid to House Singapore's Aging Population) by SPARK, Singapore



Gambar 2–43 House Farm

Sumber: www.archdaily.com

Proposal berjudul “House Farm” mengintegrasikan penanaman aquaponic vertical farming dengan perumahan berkepadatan tinggi, dirancang untuk penduduk usia tua yang menyediakan penghuni dengan taman dan kesempatan kerja pasca pensiun.



Gambar 2–44 Pembagian Tipe Hunian

Sumber: www.archdaily.com

Dari situasi pola hidup dengan pertumbuhan (demografi) penghuni yakni adanya beberapa tingkatan generasi, didapat empat tipe hunian yang diterapkan pada House Farm yang mengacu pola hidup para orang tua. Terdapat tipe studio yang dapat ditinggali oleh satu pasangan orang tua, Tipe 2 bedroom dapat ditinggali dengan 1 pasangan orang tua dan 1 anak, Tipe dual Key Apartemen meliputi 2 generasi keluarga (6 orang), dan yang terakhir 3 Generation Apartemen meliputi 3 generasi keluarga (8 orang).



Gambar 2–45 Tipe Hunian

Sumber: www.archdaily.com

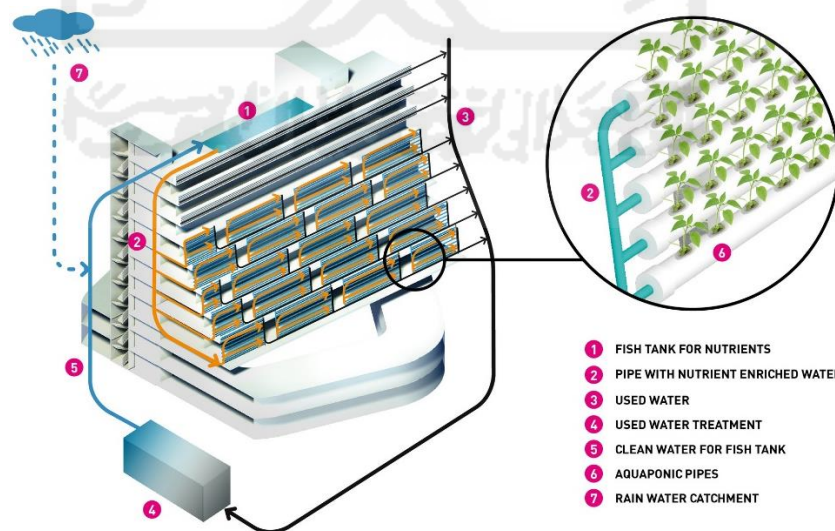
Selain beberapa jenis tipe hunian, bangunan ini juga terdapat 3 jenis pertanian yang di aplikasikan pada House Farm yang dibagi berdasarkan media dan lokasi tanamnya. Yang pertama vertical farming menggunakan teknik aquaponic pada fasad bangunan, tangki air untuk ikan dan vitamin berada di rooftop, kedua linier faming dengan media tanah yang diletakkan pada sebagian fasad dan railing, dan ketiga pertanian tradisional dengan media tanah yang diletakkan di atap bangunan podium.



Gambar 2-46 Pembagian tipe pertanian

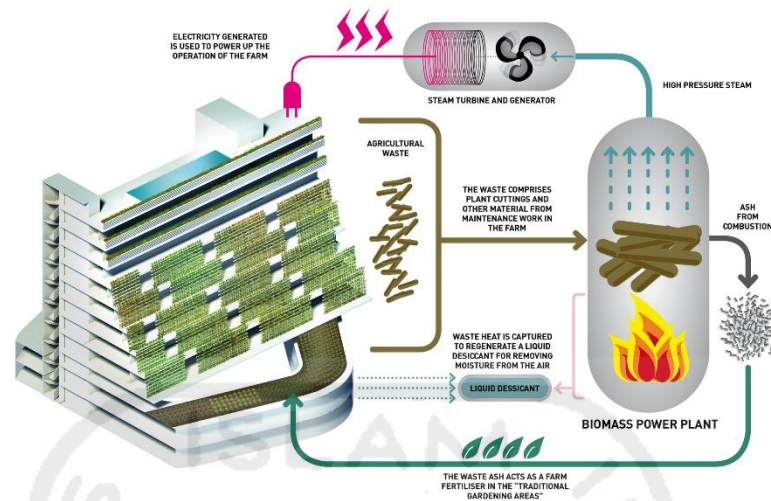
Sumber: www.archdaily.com

Home Farm menyesuaikan sistem aquaponic sederhana yang terinspirasi dari apa yang telah sukses diterapkan di Singapura oleh inisiator pertanian atap ComCrop menggunakan komponen diluar rak penyusunan tanaman. Di Home Farm, aquaponic telah diadaptasi untuk digunakan pada fasad bangunan. Pertanian berbasis tanah diusulkan untuk penanaman linier pada tingkat tertinggi serta atap dari fasilitas bangunan.



Gambar 2-47 Sistem Aquaponic

Sumber: www.archdaily.com



Gambar 2–48 Pengolahan Limbah Pertanian

Sumber: www.archdaily.com

Penentuan tipe unit hunian ditentukan berdasarkan konteks permasalahan, sehingga sesuai dengan kebutuhan pasar. Penempatan pertanian vertikal pada fasad bangunan dapat dijadikan salah satu referensi yang dapat diterapkan pada perancangan nantinya. Selain itu, pengolahan limbah sisa tanaman dapat dimanfaatkan menjadi energy melalui proses pembakaran.

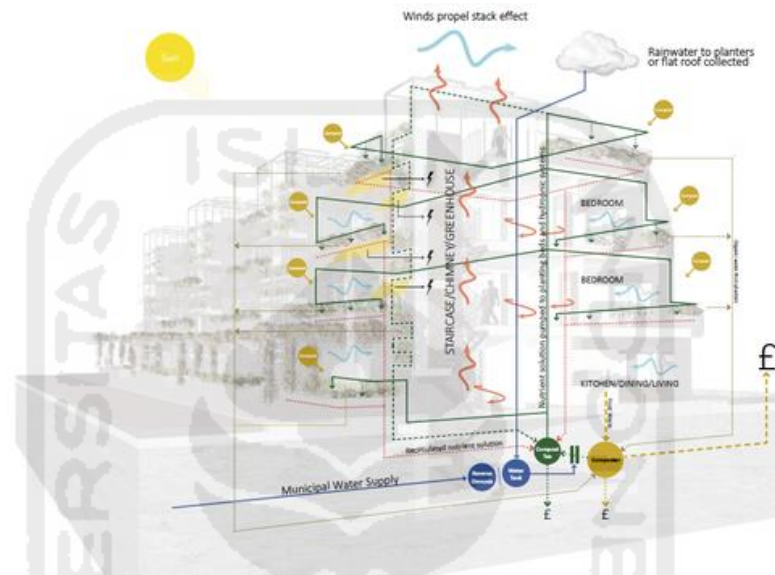
2.4.5.2 The London Victorian Terraced House



Gambar 2–49 The London Victorian Terraced House

Sumber: <http://agritecture.com/post/46509542848/guest-blog-architect-oscar-rodriguez-shares-his>

The London Victoria Terraced House adalah hunian yang dibangun untuk keluarga kelas menengah dengan jumlah besar. Oleh karena itu bangunan ini telah disesuaikan untuk mengakomodasi perubahan demografi (jumlah penghuni) untuk daya tahan dan fleksibilitas mereka sementara ekonomi tetap bergantung kepada sistem energi bahan bakar fosil.



Gambar 2–50 Potongan skema utilitas

Sumber: <http://agritecture.com/post/46509542848/guest-blog-architect-oscar-rodriguez-shares-his>

Dengan asumsi bahwa pintu masuk berorientasi ke selatan, seluruh fasad dan atap dirancang untuk memanen setiap foton, dimana tanaman produktif berada. Para pengguna harus diberikan rasa aman dan dalam hal mengakomodasi akses pengguna dari petugas yang melaksanakan tugas-tugas hortikultura.

Lantai dasar merupakan area dengan denah terbuka, tidak terbebani oleh tangga dan mampu mengakomodasi tata letak dari dapur, ruang tamu dan ruang makan berdasarkan pilihan pengguna. Atap teras memiliki frame yang mendefinisikan keliling taman sebagai batas-batas properti dan pengguna sekitarnya yakni dengan tanaman produktif yang mampu membantu melindungi di musim dingin dan mengurangi efek panas perkotaan di musim panas.

Kemudian, air hujan dipanen dan disimpan dalam tangki air yang disediakan di ruang bawah tanah, kemudian limbah makanan juga dapat

dikomposkan untuk digunakan sebagai pupuk organik di perkebunan atau jika memiliki kelebihan dapat diperdagangkan secara lokal atau dikomitmenkan untuk penggunaan pada lansekap.



Gambar 2–51 Potongan bangunan

Sumber: <http://agritecture.com/post/46509542848/guest-blog-architect-oscar-rodriguez-shares-his>



Gambar 2–52 Potongan bangunan

Sumber: <http://agritecture.com/post/46509542848/guest-blog-architect-oscar-rodriguez-shares-his>

System air hujan yang dipanen dan disimpan dalam tangki air yang disediakan di ruang bawah tanah sebagai pasokan air bersih yang telah diolah kembali menjadi salah satu faktor yang berhubungan dengan nilai ekologis dalam teori Keiser. Selain itu, limbah makanan juga dapat dikomposkan untuk digunakan sebagai pupuk organik di perkebunan/area pertanian atau jika memiliki kelebihan dapat diperdagangkan secara lokal. Berdasarkan

teori Keiser, nilai sosial yang diwujudkan pada bangunan ini dimana bangunan ini telah disesuaikan untuk dapat mengakomodasi perubahan demografi (jumlah penghuni) dikemudian hari.

2.5 Kesimpulan Persoalan Desain

Dalam rancangan rumah susun dengan pendekatan pertanian vertikal yang mengusung konsep *autonomous*, dapat disimpulkan dari deskripsi mengenai resume kajian yang nantinya dapat menjadi permasalahan desain, yakni antara lain:

1. Kajian tentang Rusunawa dan jumlah pengguna
 - a) Tata ruang yang berpotensi sebagai efisiensi bangunan adalah tata ruang rumah susun tipe Koridor Pusat (*court corridor type*) dimana keuntungan dari sistem tersebut adalah dapat mendukung penanaman *vergetasi* di sisi dalam bangunan.
 - b) Besaran ruang hunian (*dwellling unit*) berdasarkan standar peraturan Ditjen Perumahan Rakyat Yogyakarta dan kenyamanan gerak penghuni/pengguna dimana luasan yang ditetapkan yaitu 36 m² untuk pekerja berkeluarga. Dan 6m² per orang untuk pekerja atau mahasiswa yang bersifat *share unit* dimana terdapat maksimal 4 orang dalam 1 unit dengan total luasan 24m². Kelengkapan ruang utilitas, fasilitas dan sarana rumah susun berdasarkan pada kriteria penghuni dan rumah susun sesuai dengan panduan pada SNI secara garis besar yaitu berupa ruang usaha sewa, ruang olahraga/bermain, ruang ibadah, area publik.
2. Kajian tentang Pertanian vertikal
 - a) Dari beberapa jenis penanaman, sistem yang memungkinkan diterapkan dalam perancangan adalah *aquaponics*, dimana sistem ini merupakan penggabungan antara budidaya konvensional (membesarkan hewan air seperti siput, ikan, lobster atau udang dalam tangki) dengan hidroponik (budidaya tanaman dalam air) dalam lingkungan *simbiosis*. Sehingga sistem ini diharapkan dapat menghasilkan tanaman/sayuran dengan

kualitas yang baik namun tetap dengan metode yang cukup sederhana dalam aplikasinya.

- b) Konsep sistem penanaman dalam pertanian yang dipakai adalah sistem aquaponik, namun diperlukan penentuan bagian-bagian bangunan mana saja yang berhubungan dengan daylighting (sinar matahari langsung) paling optimal sebagai kebutuhan mendasar dalam memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman, yakni kebutuhan penyinaran baik penyinaran matahari penuh, parsial, maupun penyinaran bayangan/teduh. Sehingga tanaman yang ditanam melalui sistem vertikal farming akan menghasilkan hasil tanaman yang berkualitas bahkan lebih baik daripada penanaman secara konvensional pada umumnya.

3. Kajian tentang *Autonomous Building*

- a) Penerapan autonomous dapat diaplikasikan dari segi produksi pangan yang berhubungan dengan pertanian vertikal, produksi energi listrik dengan menggunakan solar panel pada permukaan atap, penghematan air dengan mengumpulkan air hujan serta memanfaatkan konsep reused pada pengolahan air, serta pengolahan limbah dengan mendaur ulang air kotor untuk digunakan lagi seperti untuk menyiram tanaman, dan kotoran padat sebagai biogas.

BAB 3

PENYELESAIN PROSOALAN PERANCANGAN

Pembahasan pada Bab 3 ini menjelaskan tentang penyelesaian permasalahan perancangan. Permasalahan ini hasil dari bab sebelumnya yaitu pada latar belakang dan kajian pustaka. Sehingga pada bab ini merupakan bagian untuk memecahkan permasalahan perancangan. Pemecahan persoalan perancangan tersebut dibagi menjadi beberapa fokus bahasan, antara lain Tata Ruang, Tata Massa dan Selubung, serta Teknologi dan Utilitas Bangunan yang nantinya akan diterapkan pada rancangan Rusunawa dengan pendekatan pertanian vertikal yang mengusung konsep *Autonomous Building*.

3.1 Tata Ruang

Dalam permasalahan Tata Ruang ini akan dijabarkan beberapa analisis yaitu mengenai kebutuhan ruang, besaran ruang, klasifikasi ruang yang nantinya sebagai program ruang dengan dasar analisis kegiatan pengguna.

3.1.1 Analisis Kegiatan Pengguna

Dalam analisis ini menjelaskan aktifitas kegiatan pengguna yang terlibat dalam aktivitas yang terjadi pada bangunan Rusunawa secara skematik. Pengguna tersebut antara lain pekerja/karyawan sebagai penghuni yang dibedakan menjadi 2 tipe penghuni, yakni yang pertama bekerja diluar lingkungan rusunawa dan yang didalam lingkungan rusunawa (bekerja di area pertanian vertikal), serta pengelola Rusunawa.

1. Pola Kegiatan Penghuni Rusunawa

a) Penghuni pekerja

Kegiatan penghuni rusunawa dibagi menjadi beberapa pembagian kelompok, diantaranya sebagai pekerja. Penghuni sebagai pekerja juga dibagi lagi menjadi pekerja yang bekerja diluar rusun dan yang di area lingkungan rusun. Pada umumnya jenis kegiatan sebagai pekerja yang bekerja diluar rusun gambaran aktifitasnya adalah pulang → pos

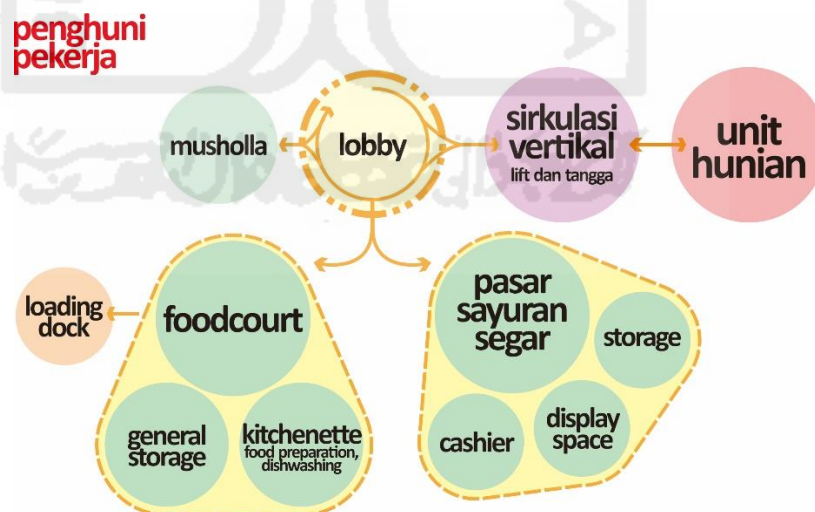
keamanan → parkir (penghuni) → lobby → sirkulasi vertikal (tangga/lift) → unit hunian, dan sebaliknya ketika berangkat kerja. Terdapat beberapa fasilitas seperti foodcourt, agricultural center, dan pasar sayuran segar sebagai fasilitas pendukung jika diperlukan oleh penghuni.



Gambar 3-1 Flow diagram penghuni yang bekerja diluar rusun

Sumber: Analisa Penulis, 2016

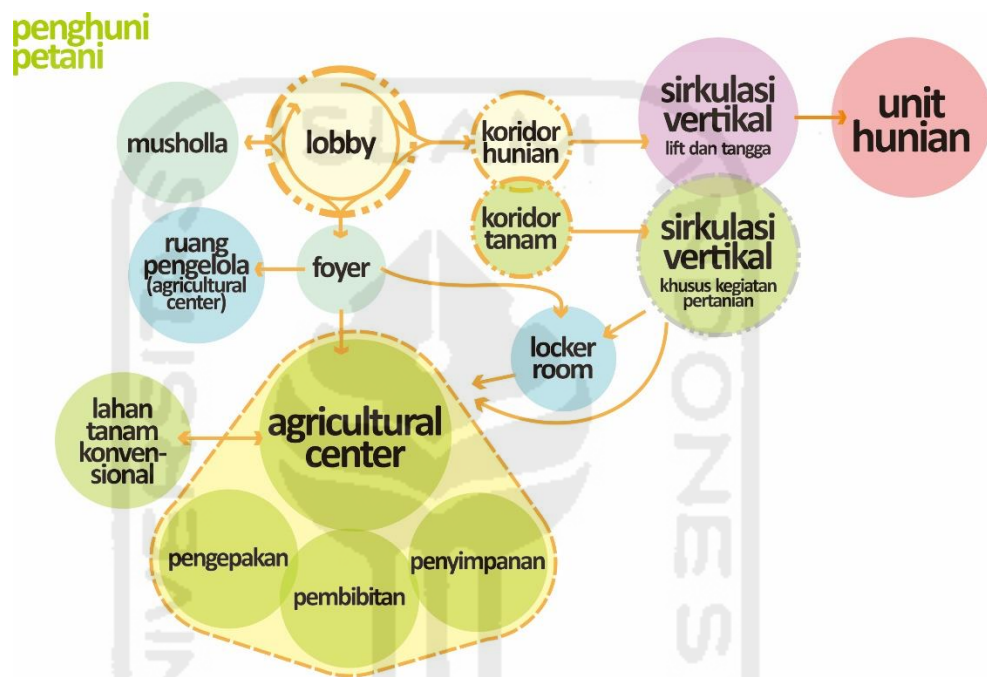
Sedangkan penghuni yang bekerja di area lingkungan rusun gambaran aktifitasnya adalah [(dari ke unit hunian) → sirkulasi vertikal (tangga/lift) → lobby → foodcourt / pasar sayuran segar].



Gambar 3-2 Flow diagram penghuni yang bekerja di area rusun

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Sama hal nya dengan penghuni yang bekerja di area lingkungan rusun sebagai petani yang bekerja pada areal pertanian vertikal di rusun dengan gambaran aktifitasnya adalah [(dari ke unit hunian) → koridor tanam (areal pertanian vertikal) → sirkulasi vertikal (khusus untuk kegiatan pertanian) → locker room → agricultural center. Dapat pula mengakses agricultural center langsung dari lobby → foyer → agricultural center / ruang pengelola.

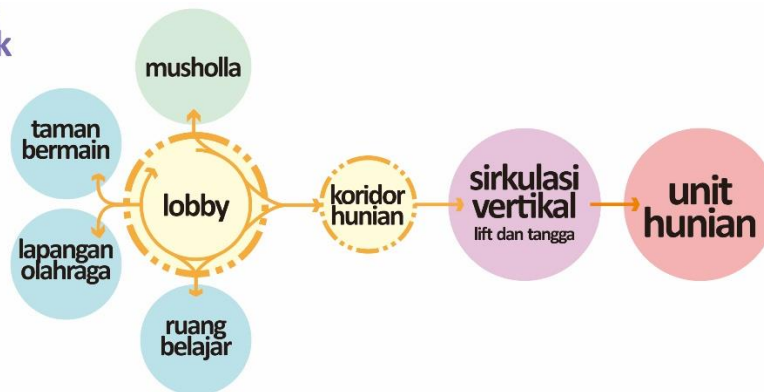


Gambar 3–3 Flow diagram penghuni yang bekerja di area rusun sebagai petani

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Untuk penghuni yang masih anak-anak (belum usia bekerja), gambaran aktivitas yang dilakukan didalam area rusun (diluar jam sekolah) adalah (dari ke unit hunian) → sirkulasi vertikal → lobby → taman bermain / lapangan olahraga / ruang belajar.

penghuni
anak-anak



Gambar 3–4 Flow diagram penghuni anak-anak

Sumber: Analisa Penulis, 2016

2. Pola Kegiatan Pengelola Rusunawa

Kegiatan pengelola rusunawa ini hanya pada waktu jam kerja yaitu pukul 08.00 WIB - 16.00 WIB. Aktivitas yang dilakukan pengelola pada umumnya berada pada satu ruang yaitu ruang pengelola. Ruang pengelola sendiri terdiri dari ruangan berbentuk kantor (executive offices) seperti Residential Manager, marketing, M&E manager, Security Head, Inventory Mng, dan perbendaharaan. Dilengkapi dengan front desk, sebagai pelayanan dan pusat informasi serta ruang tunggu.

Pada umumnya kegiatan pengelola rusun gambaran aktifitasnya adalah datang → parkir pengelola → lobby → ruang pengelola. Jika sewaktu-waktu perlu diadakannya rapat atau pertemuan, dapat menggunakan fasilitas ruang serbaguna.



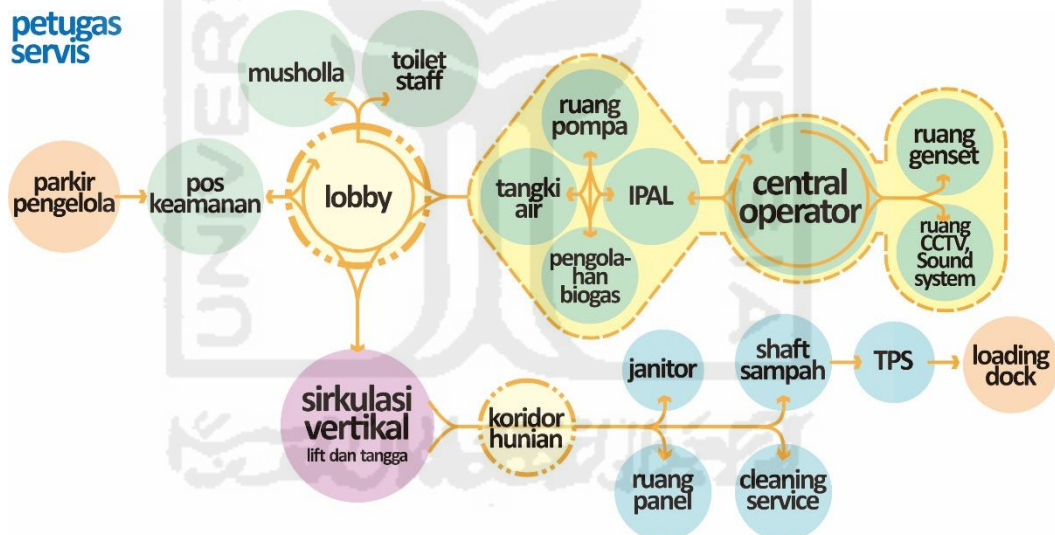
Gambar 3–5 Flow diagram area ruang Pengelola rusunawa

Sumber: Analisa Penulis, 2016

3. Pola kegiatan service/karyawan

Kegiatan service karyawan lebih berhubungan dengan operasional pelayanan, seperti cleaning service, pemeliharaan sistem utilitas, beristirahat (makan), mengumpulkan linen dan sampah, hingga pengawasan keamanan. Gambaran aktifitas kegiatan service adalah datang/parkir → (absen) pos keamanan → lobby → ke bagian servis masing-masing. Untuk bagian cleaning service karena harus membersihkan koridor hunian maka alurnya melalui sirkulasi vertikal → koridor → janitor / ruang panel → (membuang) shaft sampah.

Selain itu salah satu kegiatan dalam services area ini adanya aktivitas loading dock seperti pengangkutan sampah pada TPS (dari shaft sampah).



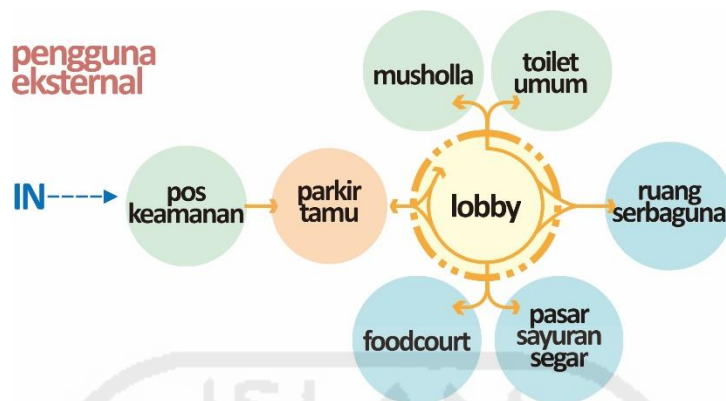
Gambar 3–6 Flow diagram kegiatan petugas service

Sumber: Analisa Penulis, 2016

4. Pola kegiatan Tamu/pengguna eksternal

Adapun gambaran aktivitas tamu atau pengguna eksternal yang datang baik untuk menemui keluarga/teman (penghuni), keperluan menggunakan ruang serbaguna, atau hanya sekadar untuk mengunjungi fasilitas foodcourt,

pasar, dan agricultural center yakni datang → pos keamanan (tamu wajib lapor) → parkir tamu → lobby → foodcourt/ pasar/ ruang serbaguna.



Gambar 3–7 Flow diagram kegiatan tamu/pengguna eksternal

Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.1.2 Analisa Kebutuhan Ruang

Berdasarkan analisis kegiatan pengguna dan kajian pada bagian II, maka dapat disimpulkan beberapa jenis kebutuhan ruang yang terkait rancangan rusunawa.

Tabel 3-1 Jenis Ruang Terhadap Pengguna

No	Jenis Pengguna	Sasaran Kebutuhan Ruang
1	Penghuni Rusunawa	Unit Hunian
		Fasilitas khusus berupa Agricultural center (pertanian vertikal), Pasar Sayur, Foodcourt
		Fasilitas Umum berupa ruang serbaguna, ruang belajar, tempat ibadah, ruang kesehatan.
		Parkir
		Sirkulasi
2	Pengelola Rusunawa	Ruang pengelola
		Pos keamanan

		Fasilitas Umum berupa ruang serbaguna, tempat ibadah, ruang kesehatan.
		Parkir
		Sirkulasi

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Sehingga akan didapatkan beberapa kebutuhan ruang yang berdasarkan pada jenis ruang terhadap penggunaannya. Hal ini nantinya sebagai dasar menentukan besaran ruang yang berpengaruh terhadap program ruang. Ruang utama pada rumah susun adalah unit hunian rumah susun itu sendiri. Berdasarkan peraturan Ditjen Penyediaan Perumahan Yogyakarta besaran ruang unit hunian yang diperuntukkan bagi pekerja sebesar 36m², dan untuk mahasiswa yakni 24m². Selanjutnya dijabarkan dari jenis ruang terhadap kebutuhan ruang, antara lain :

Tabel 3-2 Jenis ruang terhadap kebutuhan ruang

No	Jenis Ruang	Kebutuhan Ruang
1.	Ruang Hunian	Unit tipe 36m ²
		Share-Unit tipe 24m ²
2.	Ruang Pendukung	Ruang Komunal penghuni
		Kantor pengelola
		Toilet Staff
		Foodcourt
		Agricultural center
		Pasar Sayur
		Apotek
		Klinik kesehatan
		Ruang belajar
		Musholla
		Toilet umum
		Pos keamanan

		Ruang serbaguna
3.	Transportasi bangunan	Ruang tangga
		Ruang tangga darurat
		Lift penumpang
		Lift barang
4.	Ruang MEE dan Service	R. genset
		R. Pompa air bersih
		IPAL
		Tangki Air
		R. CCTV, MATV, Sound System
		R. Operator
		R. Pengolahan Biogas
		R. Mesin Lift
		Rain harvesting tank
5.	Parkir	R. Battery Inverter
		Parkir Motor
6.	Sirkulasi	Parkir Mobil
		Koridor
		Lobby lift

Sumber: Analisa Penulis, 2016

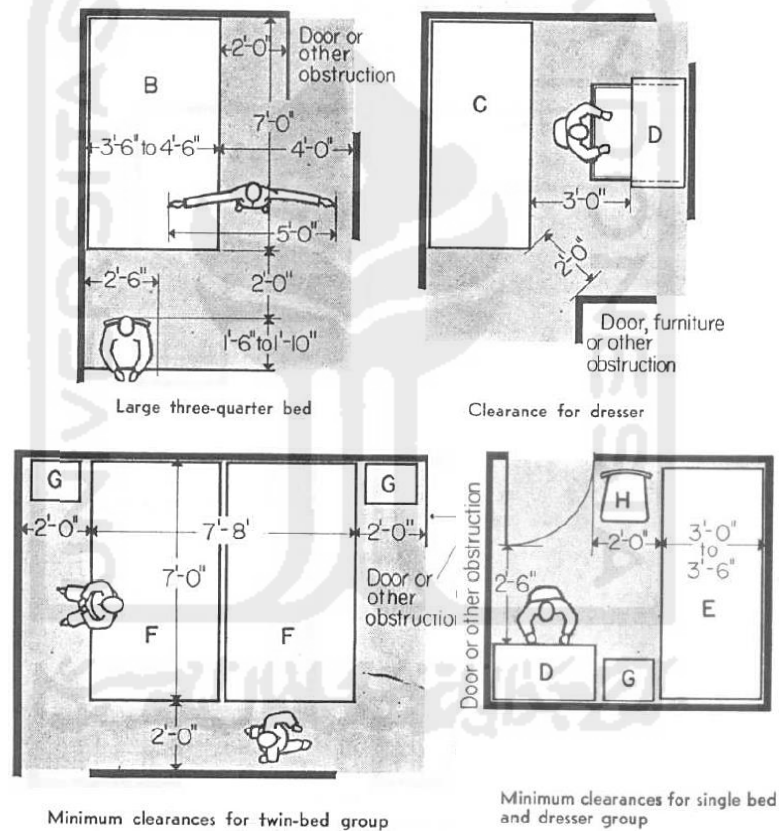
3.1.3 Analisis Ruang terkait Kenyamanan Gerak

Kenyamanan gerak merupakan perbandingan dimensi manusia terhadap dimensi sebuah ruang maupun furnitur yang memadai aktifitas untuk pergerakan pengguna. Dengan dimensi ruang standar maka pengguna diharapkan dapat mencapai kenyamanan tersebut. Kenyamanan gerak sendiri dipengaruhi oleh layout ruang dan layout ruang tersebut dipengaruhi oleh struktur yang menaungi seperti peletakan kolom.

Beberapa ruang yang dianalisa pada bagian ini terdiri dari ruang unit hunian dan sirkulasi hunian berupa koridor. Ruang - ruang unit hunian tersebut meliputi kamar tidur, dapur, serta kamar mandi.

a) Kamar Tidur

Kamar tidur adalah ruangan yang paling penting pada sebuah hunian karena kegiatan penghuni didalam kamar tidur dalam sehari (diasumsikan) dari sekitar pukul 22.00 - 05.00 (sekitar tujuh jam). Layout peletakan kamar tidur disini sebagai dasar menentukan sebuah luasan grid modul kolom. Berdasar Timesaver Standar for Building Type, gambar di bawah menunjukkan perbedaan antara kamar dengan bed single, large three-quarter bed, dan twin-bed dengan dimensi minimum (clearance) dengan ruang pergerakan untuk sirkulasi dan berpakaian (dressing).



Gambar 3-8 Perbedaan layout dan dimensi antara kamar dengan bed single, large three-quarter bed, dan twin-bed

Sumber: Time Saver for Building Types

b) Dapur

Dalam tiap unit hunian disediakan juga fasilitas dapur. Peletakan dapur haruslah dirancang dengan baik mengingat adanya fixture berupa

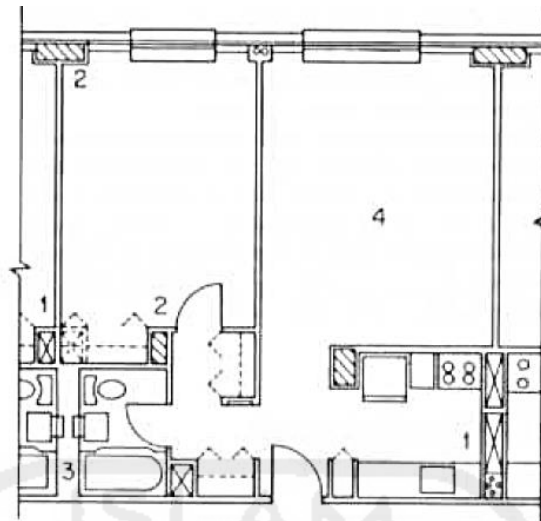
tempat mencuci piring yang berhubungan dengan pemipaan air kotor, dan juga mempertimbangkan dengan efisiensi ruang sehingga unit hunian terasa nyaman. Dalam konsep perancangan rumah susun ini dimana terdapat dua macam tipe hunian yakni single room/unit, dan share-unit. Maka untuk dapur pada tipe share-unit difungsikan komunal oleh beberapa orang sekaligus. Peletakan layoutnya sendiri dapat dikombinasikan dengan ruang makan kecil sebagai pelengkap dapur. Berdasarkan gambar dibawah didapat kesimpulan bahwa space untuk sirkulasi dan penyajian makanan dari dapur 106.48 cm sedangkan space yang hanya untuk sirkulasi pengguna dan pergerakan kursi dari meja makan yaitu 81.28 cm.



Gambar 3-9 Peletakan kombinasi antara dapur dan ruang makan

Sumber: Time Saver for Building Types

Namun, peletakan layout dapur maupun ruang makan dapat disesuaikan pula dengan tipe hunian single unit dengan luasan yang lebih luas yakni 36m² yang diperuntukkan untuk pekerja yang sudah berkeluarga. Gambar dibawah ini dapat menjadi salah satu contoh peletakan layout dapur pada dalam suatu unit hunian.

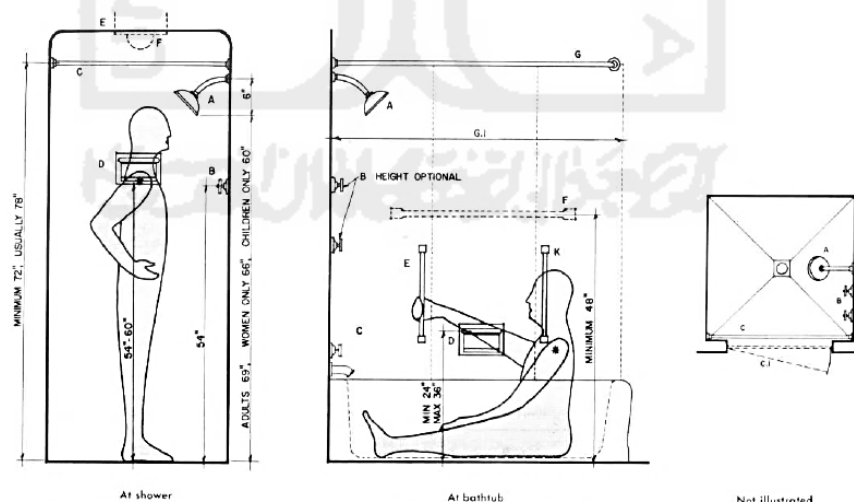


Gambar 3-10 Contoh layout hunian dengan fasilitas dapur

Sumber: Time Saver for Building Types

c) Kamar Mandi

Toilet sebagai fasilitas yang harus ada pada setiap hunian, guna mewadahi aktifitas mandi cuci kakus (MCK), dan kebutuhan lain pada area non hunian yang harus juga terpenuhi. Masalah utama dalam perancangan kamar mandi meliputi perencanaan untuk kenyamanan optimal dan privasi semua fungsi kamar mandi untuk semua anggota hunian, ketentuan yang memadai untuk penyimpanan persediaan dan peralatan, dan kemudahan pembersihan.



Gambar 3-11 Standar dimensi pergerakan dalam kamar mandi (shower & bathup)

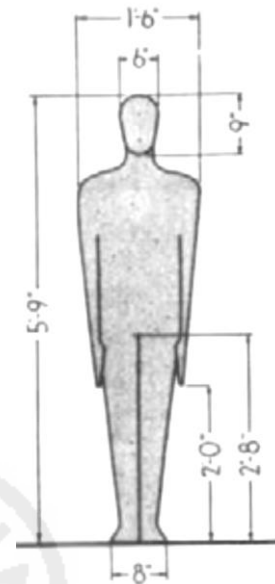
Sumber: Time Saver for Building Types

Note: Dimensions shown are clear dimensions for high-rise buildings up to 25-30 stories.

Sumber: Time Saver for Building Types

d) Analisis Kenyamanan Koridor

Koridor adalah ruang penting sebagai sirkulasi yang menghubungkan ke ruang utama yaitu ruang unit hunian. Yang mempunyai lebar minimal pada standar 2 orang, yaitu 1,2 m yang didapat dari rata-rata dimensi lebar manusia yaitu 60 cm.



Gambar 3-13 Standar Dimensi manusia
Sumber: Time Saver for Building Types

3.1.4 Analisa Besaran Ruang

Kebutuhan ruang hunian (dwelling unit) ini mengikuti peraturan luas tipe ruang yang ditetapkan oleh Ditjen Perumahan Rakyat yang diperuntukkan bagi mahasiswa yaitu 24 m², sama halnya untuk target penghuni pekerja (lajang). Kemudian untuk pekerja yang sudah berkeluarga dengan luasan 36m². Sedangkan kebutuhan ruang-ruang pendukung maupun utilitas berdasarkan kajian konteks lingkungan dan berpedoman pada rumah susun yang sudah ada.

- 1) Berdasarkan perhitungan property size & floor plan dengan pertimbangan peraturan bangunan setempat (KDB, KLB, RTH, dan Ketinggian lantai maksimum 8 lantai) pada rumah susun ini didapat total luasan lantai untuk dwelling unit sebesar 19.848 m² untuk keseluruhan lantai, dengan luasan tipe dwelling unit ukuran 36m² untuk single unit dengan jumlah 118 unit, dan ukuran 24m² untuk share-unit dengan jumlah 650 unit.

Tabel 3-3 Besaran ruang hunian (dwelling unit)

Jenis ruang	Kebutuhan ruang	Besar luasan			
		Luas m ²	Acuan	Kapasitas	Jumlah
Dwelling unit	Tipe 36	36 m ²	PP	3	103
	Tipe bersama (share unit)	24 m ²	PP	3-4	536

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Ket PP: Peraturan Pemerintah

- 2) Pada rancangan rumah susun ini terdapat ruang – ruang pendukung rumah susun yang bersifat komersial maupun non-komersial. Pemilihan kebutuhan ruang didasari oleh kajian jenis pengguna, peraturan pemerintah dan tipologi rumah susun pada umumnya.

Tabel 3-4 Besaran ruang pendukung

Jenis ruang	Kebutuhan ruang	Besar luasan			
		Luas m ²	Acuan	Kapasitas	Jumlah
Ruang pendukung	Ruang pengelola	98.8 m ²	Asumsi	-	1
	Foodcourt	229.8 m ²	Asumsi	-	17 kios
	Agricultural center	5386.7 m ²	Asumsi	-	1
	Pasar	608.4 m ²	Asumsi	-	39 kios
	Apotek	106.1 m ²	Asumsi	-	1
	Klinik kesehatan	166.5 m ²	Asumsi	-	1
	Ruang belajar	98.8 m ²	Asumsi	-	1
	Musholla& Tempat wudhu	148.2 m ²	Asumsi	-	1
	Toilet umum	93.9 m ²	Asumsi	-	4
	Pos keamanan	25 m ²	Asumsi	-	5
	Ruang serbaguna	122.7 m ²	Asumsi	-	1

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Ket PP: Peraturan Pemerintah

- 3) Kebutuhan transportasi bangunan ini berupa tangga utama, tangga darurat dan lift barang karena mengacu pada peraturan daerah setempat yaitu ketinggian bangunan maksimal 24 meter untuk hunian sehingga didapat kemungkinan bahwa jumlah lantai adalah 6-8 lantai. Oleh karena kemungkinan jumlah lantai melebihi 4 lantai, bangunan diharuskan menggunakan lift penumpang.

Tabel 3-5 Besaran ruang untuk transportasi bangunan

Jenis ruang	Kebutuhan ruang	Besar luasan			
		Luas m ²	Acuan	Kapasitas	Jumlah
Transportasi bangunan	Tangga utama	561.6 m ²	DA	-	60
	Tangga darurat	190.1 m ²	DA	-	24
	Lift penumpang	257.4 m ²	DA	11	33
	Lobby lift	139.6 m ²	DA	-	2

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Ket DA: Data Arsitek

- 4) Ruang MEE (Mechanical Engineering & Electrical) dan servis ini adalah ruang untuk mendukung bangunan secara teknis, antara lain ruang sistem, elektrik, dan pompa dengan pengguna ruang-ruang ini adalah teknisi maintenance.

Tabel 3-6 Besaran ruang mechanical & electrical

Jenis ruang	Kebutuhan ruang	Besar luasan			
		Luas m ²	Acuan	Kapasitas	Jumlah
MEE dan servis	R. genset (generator, tangki BBM, panel utama, transformator)	437 m ²	Asumsi	-	2
	R. Pompa air bersih (raw water & clean water)	300 m ²	Asumsi	-	2
	IPAL	125 m ²	Asumsi	-	1
	Ground water tank	137 m ²	Asumsi	-	2
	R. CCTV, MATV, Sound System	61.4 m ²	Asumsi	-	1
	R. Operator	114 m ²	Asumsi	-	1
	R. Pengolahan Biogas	125 m ²	Asumsi	-	1
	R. Panel	205.9 m ²	PSBT	-	33
	R. shaft MEE	128.7 m ²	Asumsi	-	33
	R. Mesin Lift (atap)	9 m ²	Asumsi	-	1
	Rain Harvesting Tank	55.8 m ²	Asumsi	-	1
	R. Battery Inverter	135.2 m ²	Asumsi	-	2

	Loading Dock	159.1 m ²	Asumsi	-	1
	Shaft sampah	52.8 m ²	Asumsi	-	24

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Ket PSBT: Panduan Sistem Bangunan Tinggi

Dari beberapa jenis tersebut maka digabungkan menjadi satu luasan yang hasilnya akan menjadi asumsi lausan total lantai bangunan rumah susun. Sebagai efisiensi maka ruang publik dalam konteks rumah susun ini terhitung dalam sirkulasi bangunan.

Tabel 3-7 Total Besaran Kebutuhan Ruang

Jenis ruang	Kebutuhan ruang	Besar Luasan		
		Luas m ²	Jumlah unit	Total ruang (m ²)
Dwelling unit	Tipe 36	36 m ²	103	3856.5 m ²
	Tipe 24	24 m ²	536	11988.6 m ²
Total				15845.1 m ²
Ruang pendukung	Ruang komunal penghuni			
	Ruang pengelola	98.8 m ²	1	98.8 m ²
	Foodcourt	13.52 m ²	17	229.8 m ²
	Agricultural center	5386.7 m ²	1	5386.7 m ²
	Pasar	15.6 m ²	39	608.4 m ²
	Apotek	106.1 m ²	1	106.1 m ²
	Klinik kesehatan	166.5 m ²	1	166.5 m ²
	Ruang belajar	98.8 m ²	1	98.8 m ²
	Musholla & Tempat wudhu	148.2 m ²	1	148.2 m ²
	Toilet umum Lt.Dasar	15.6 m ²	2	31.2 m ²
	Toilet umum Lt.1	31.37 m ²	2	62.7 m ²
	Pos keamanan	5 m ²	5	25 m ²
	Ruang serbaguna	122.7 m ²	1	122.7 m ²
Total				7084.9 m ²
Transportasi bangunan	Tangga utama	9.36 m ²	60	561.6 m ²
	Tangga darurat	7.92 m ²	24	190.1 m ²
	Lift penumpang	7.8 m ²	33	257.4 m ²
	Lobby lift	69.81 m ²	2	139.6 m ²
Total				1148.7 m ²
MEE dan servis	R. genset (generator, tangki BBM, panel utama, transformator)	218.4 m ²	2	437 m ²
	R. Pompa air bersih (raw water & clean water)	150 m ²	2	300 m ²

IPAL	125 m ²	1	125 m ²
Ground Water Tank	68.6 m ²	2	137 m ²
R. CCTV, MATV, Sound System	61.4 m ²	1	61.4 m ²
R. Operator	114 m ²	1	114 m ²
R. Pengolahan Biogas	125 m ²	1	125 m ²
R. Panel	6.24 m ²	33	205.9 m ²
R. shaft MEE	3.9 m ²	33	128.7 m ²
R. mesin lift	9 m ²	1	9 m ²
Rain Harvesting Tank	55.8 m ²	1	55.8 m ²
R. Battery Inverter	67.6 m ²	2	135.2 m ²
Loading Dock	159.1 m ²	1	159.1 m ²
Shaft sampah	2.20 m ²	24	52.8 m ²
Total			2036.9 m ²
Total Keseluruhan Tanpa Sirkulasi			26115.6 m²
Total keseluruhan dengan sirkulasi (10% dari 26115.6 + 26115.6 m²)			28727.16 m²

Sumber: Analisa Penulis, 2016

5) Kebutuhan Besaran Ruang Parkir

Dalam konteks perancangan rumah susun ini dimana penghuni mayoritas diperuntukkan bagi pekerja serta mahasiswa yang tergolong MBR (Masyarakat Berpenghasilan Rendah), maka ruang parkir diprioritaskan untuk kendaraan roda dua atau sepeda motor dengan kapasitas 404 sepeda motor. **Maka luas parkir yang dibutuhkan untuk sepeda motor (kebutuhan parkir per sepeda motor x 404) 0,8 m x 2,2 m x 400 = 711 m²** berada di luar bangunan. Untuk sirkulasi dengan asumsi 10% maka total luas parkir efektif sebesar 711 m² + 71 m² = 782 m².

Untuk kebutuhan ruang parkir mobil diasumsikan berkapasitas 8 mobil untuk para pengelola karena penghuni yang menyewa tidak diperbolehkan menggunakan mobil. **Maka luas parkir mobil (kebutuhan parkir per mobil x 8) 2,6 x 6,0 x 8 = 124.8 m²**. Untuk sirkulasi dengan asumsi 10% dari total luas parkir mobil maka luas parkir mobil efektif sebesar 124.8 m² + 12.48 m² = 137.28 m². **Jadi total luas parkir mobil dan motor sebesar 919.28 m²**.

3.1.5 Analisis Klasifikasi Ruang

Klasifikasi ruang bertujuan untuk mengetahui persentase luasan bangunan yang disewakan (rentable) atau ruangan yang menjual pada bangunan rumah susun. Hal ini sebagai dasar perbandingan antara area komersial dengan area non komersial, jika area komersial lebih besar daripada area non komersial maka rancangan ini dapat mencapai tujuan bangunan komersial. Suatu bangunan dapat dikatakan memenuhi persyaratan bangunan komersial dimana persentase untuk rentable area minimal 60%. Selain komersial, klasifikasi ruang juga berdasar sifat privasinya.

1) Klasifikasi menurut sifat komersial

Tabel 3-8 Klasifikasi ruang menurut sifat komersial

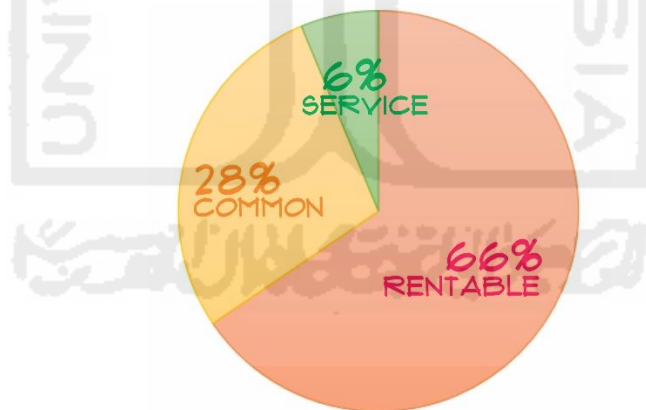
Jenis Ruang	Kebutuhan ruang	Luas satuan Ruang (m ²)	Luas Ruang rentable (m ²)
Dwelling unit	Tipe 36	36 m ²	4248 m ²
	Tipe 24	24 m ²	15600 m ²
Ruang pendukung	Ruang komunal penghuni		
	Ruang pengelola		
	Foodcourt	13.52 m ²	229.8 m ²
	Agricultural center	5386.7 m ²	5386.7 m ²
	Pasar	15.6 m ²	608.4 m ²
	Apotek	106.1 m ²	106.1 m ²
	Klinik kesehatan	166.5 m ²	166.5 m ²
	Ruang belajar		
	Musholla & Tempat wudhu		
	Toilet umum Lt.Dasar		
	Toilet umum Lt.1		
	Pos keamanan		
	Ruang serbaguna		
Transportasi bangunan	Tangga utama		
	Tangga darurat		
	Lift penumpang		
	Lobby lift		
MEE dan servis	R. genset (generator, tangki BBM, panel utama, transformator)		
	R. Pompa air bersih (raw water & clean water)		

	IPAL		
	Ground Water Tank		
	R. CCTV, MATV, Sound System		
	R. Operator		
	R. Pengolahan Biogas		
	R. Panel		
	R. shaft MEE		
	R. mesin lift		
	Rain Harvesting Tank		
	R. Battery Inverter		
	Loading Dock		
	Shaft sampah		
Total Komersial Area			22342.4 m2
Total Area			34096.9 m2

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Dengan demikian, dapat dihitung bahwa luasan komersial area mencakup 66% dari keseluruhan bangunan yakni 22342.2 m², sedangkan untuk common (ruang bersama/publik) sebesar 28% atau seluas 9609.9 m² serta 6% atau 2144.7 m² sisanya untuk service.

Grafik 3-1 Persentase luasan area komersial & non komersial

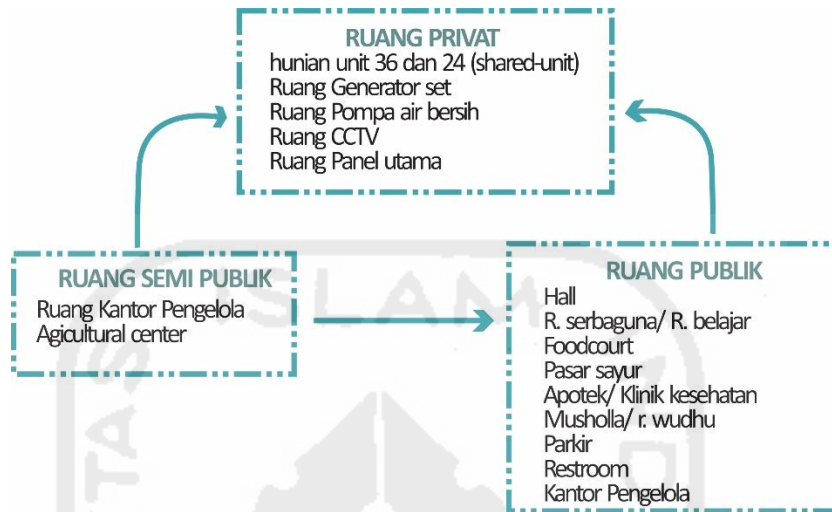


Sumber: Analisa Penulis, 2016

2) Klasifikasi menurut sifat privasi

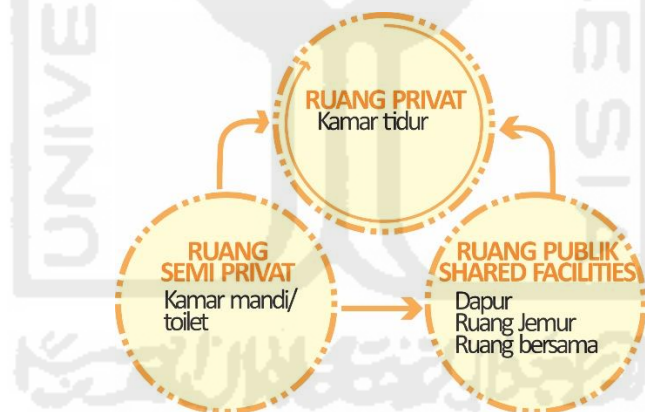
Klasifikasi menurut hirarki adalah dengan mengelompokkan ruang - ruang berdasarkan tingkat privasinya. Karena bangunan ini merupakan hunian sewa maka pengelompokkan ruang dibagi menjadi 2 yaitu klasifikasi

secara umum dan klasifikasi khusus. Klasifikasi secara umum mengenai pengelompokan ruang dalam satu bangunan rumah susun sedangkan klasifikasi secara khusus terkait pengelompokan ruang dalam satu unit hunian (dwelling unit).



Gambar 3–14 Skema bangunan ruang rusunawa berdasarkan privasi

Sumber: Analisa penulis, 2016



Gambar 3–15 Skema ruang dwelling unit

Sumber: Analisa penulis, 2016

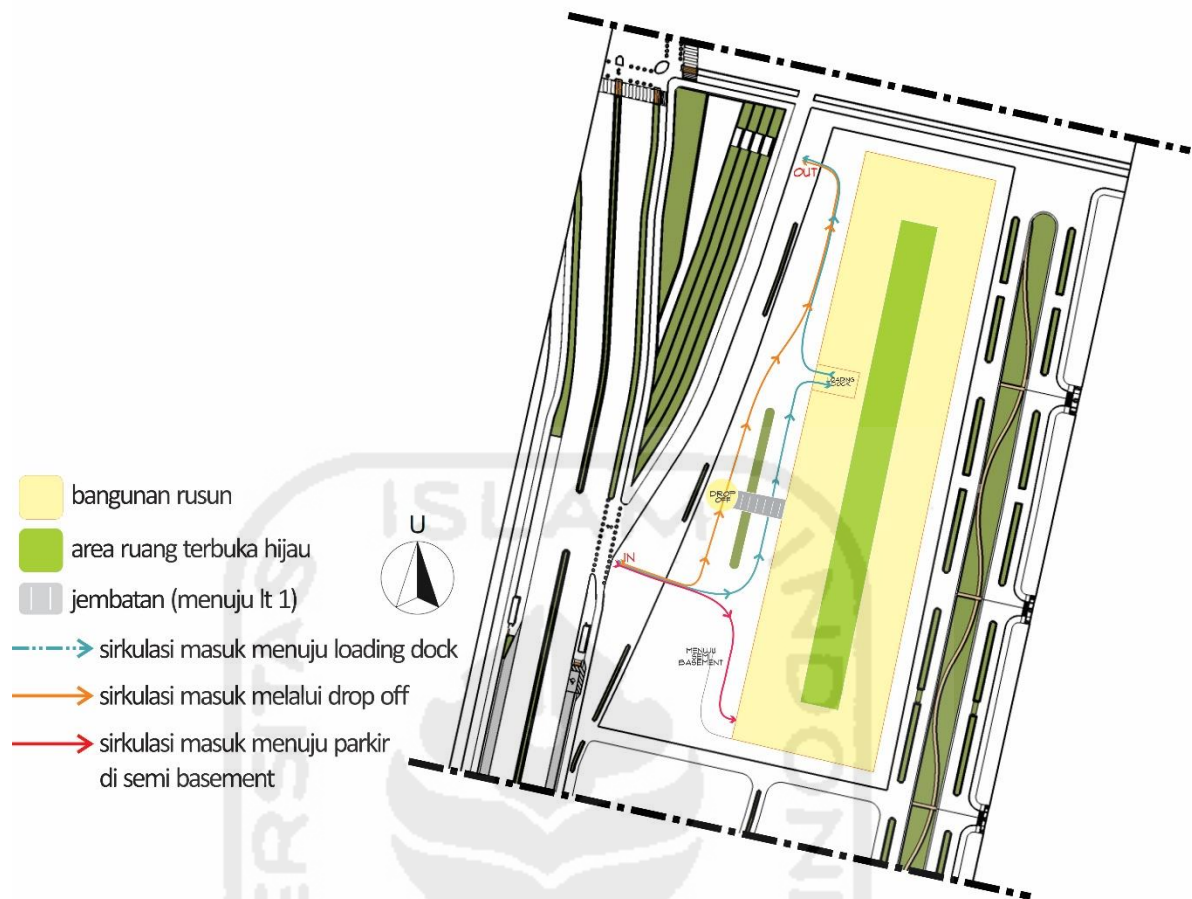
Klasifikasi ruang menurut sifat privasinya perlu untuk dipertimbangkan yang nantinya sebagai dasar penentuan program ruang berupa hubungan antar ruang serta organisasi ruang. Di dalam satu bangunan rumah susun ini pasti terdapat lebih dari satu kegiatan, agar lebih efisien dan terjaga privasi antar ruang maka diperlukan pengelompokan dan pembatasan aksesibilitas kepada pengguna.

3.2 Tata Massa dan Selubung

3.2.1 Analisis Tata Massa Terhadap Sirkulasi

Analisis tata massa bangunan terhadap sirkulasi luar sangat penting, karena berpengaruh terhadap lingkungan sekitar. Jalan utama menuju ke site berupa jalan arteri berada pada barat site, kemudian masuk melalui jalan kolektor untuk mencapai site. Peletakan zona dimaksimalkan dengan meletakkan massa bangunan berupa hunian mengikuti bentukan site yakni memanjang utara-selatan. Fokus ruang publik ataupun hall berada pada area tengah, karena bangunan memiliki bentukan massa dengan void berupa area terbuka hijau ditengah.

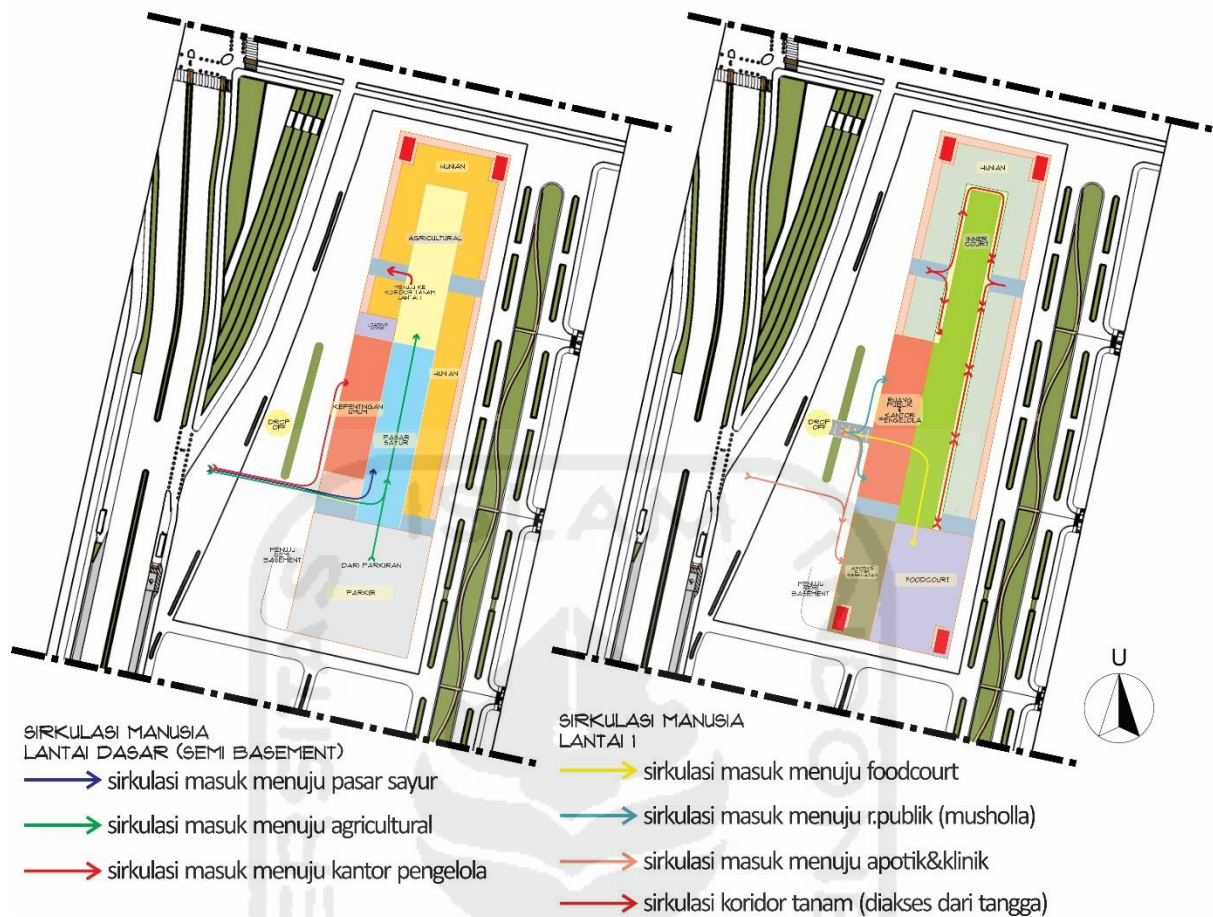
Jalur masuk ke site terletak pada barat jalan kolektor dengan pertimbangan arah masuk pengguna dari barat daya, kemudian untuk jalur keluar difokuskan pada bagian barat laut menuju utara atau berlawanan arah dengan masuk. Pada gambar 3-14, untuk panah berwarna orange merupakan sirkulasi untuk kendaraan yang akan drop off. Lalu panah berwarna merah untuk kendaraan yang akan parkir ke semi basement, dan panah biru untuk kendaraan service menuju ke loading dock.



Gambar 3–16 Analisis Tata Massa terhadap Sirkulasi kendaraan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Sedangkan untuk sirkulasi manusia dari luar site menuju ke area dalam, dijelaskan pada gambar 3-17 berikut.

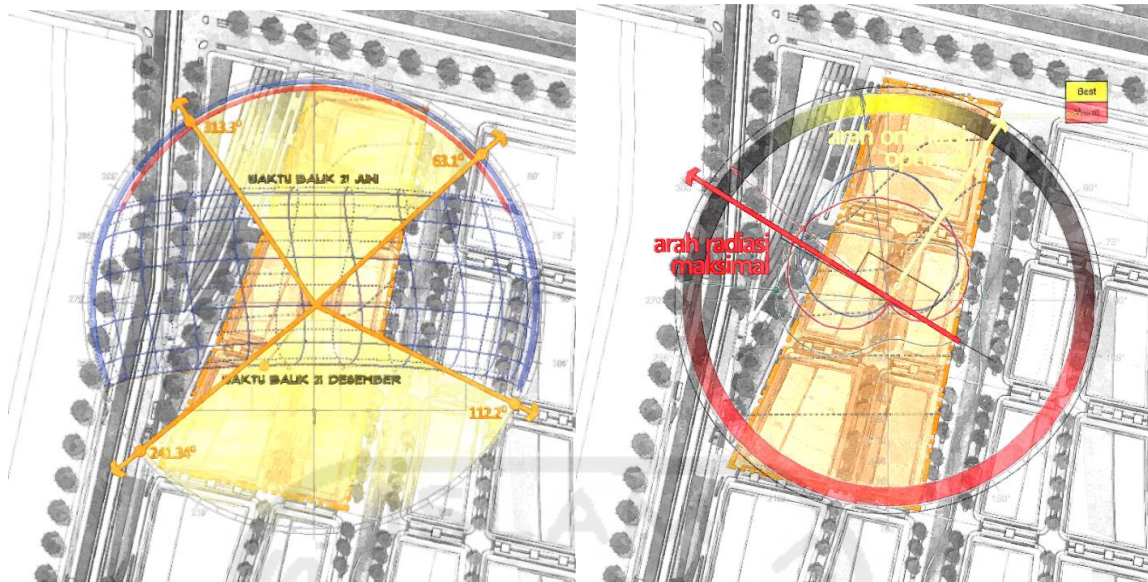


Gambar 3–17 Analisis Tata Massa terhadap Sirkulasi Manusia

Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.2.2 Analisis Tata Massa terhadap Matahari

Analisa tata massa terhadap matahari digunakan sebagai dasar acuan dalam menentukan posisi gubahan massa. Dalam hal ini yang lebih berpengaruh adalah penataan gubahan massa terhadap jatuhnya sinar matahari. Sehingga untuk mencari gubahan massa tersebut harus memperhatikan sudut kritis matahari dengan menentukan sudut azimuth.



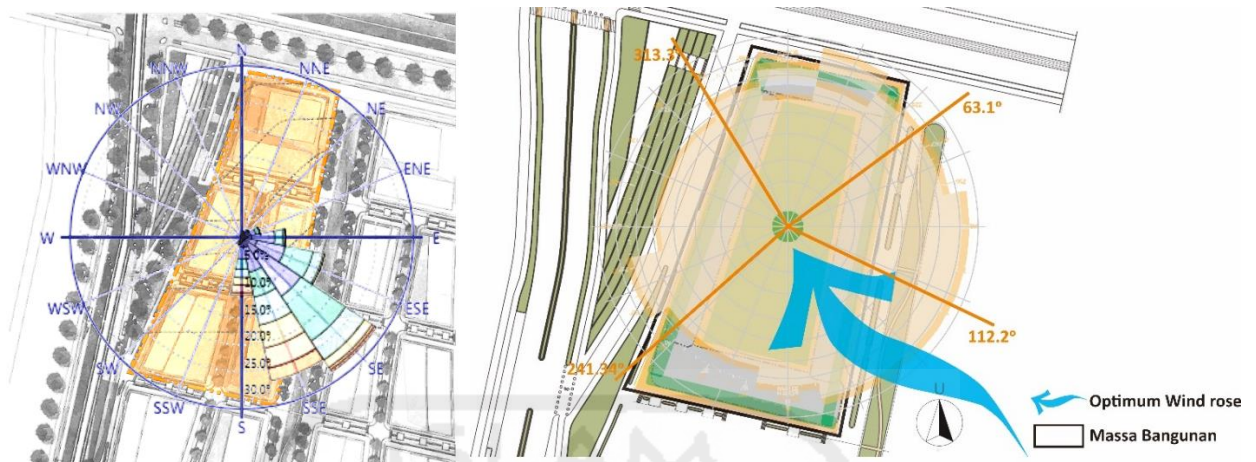
Gambar 3–18 Analisis tata massa terhadap matahari

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Ruang komersial utama (dwelling unit) lebih mementingkan luasan untuk kenyamanan ruang, sehingga untuk kenyamanan termal ruang utama dengan mengatur peletakan ruang yang tidak terpengaruh jalur kritis matahari. Gubahan massa dibuat persegi panjang mengikuti bentukan site yang memanjang dari utara-selatan guna untuk memaksimalkan lahan. Oleh karena itu bagian panjang bangunan menghadap ke barat-timur dan terpapar sinar matahari dan berpotensi terkena panas berlebih harus diantisipasi.

3.2.3 Analisis Tata Massa terhadap Angin

Analisis angin untuk menghasilkan penghawaan alami pada ruang yang tidak menggunakan udara buatan. Tetapi jika ruang tidak berhadapan langsung dengan angin maka dinding sebagai pembelok ataupun pengurung angin bisa menjadi solusi. Selain itu angin dapat bermanfaat untuk building cooling atau pendinginan selubung bangunan. Dinding yang terterpa angin akan dapat mengurangi radiasi panas matahari tetapi tidak selalu karena material dan ketebalan dinding juga berpengaruh terhadap pendinginan ruang. Pendinginan selubung bangunan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan dalam bangunan sehingga penggunaan AC lebih dapat di minimalkan.



Gambar 3–19 Analisis tata massa terhadap angin

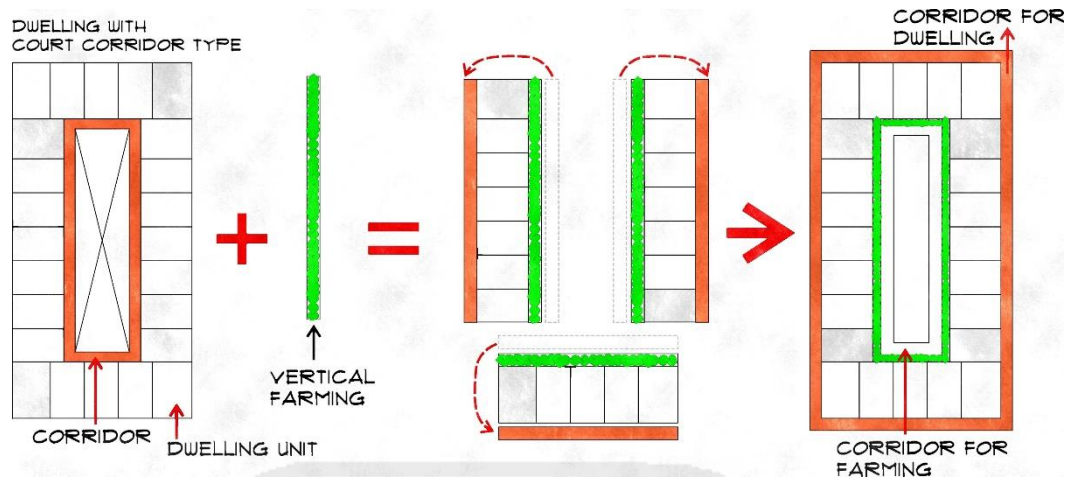
Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.2.4 Analisis Bentuk bangunan

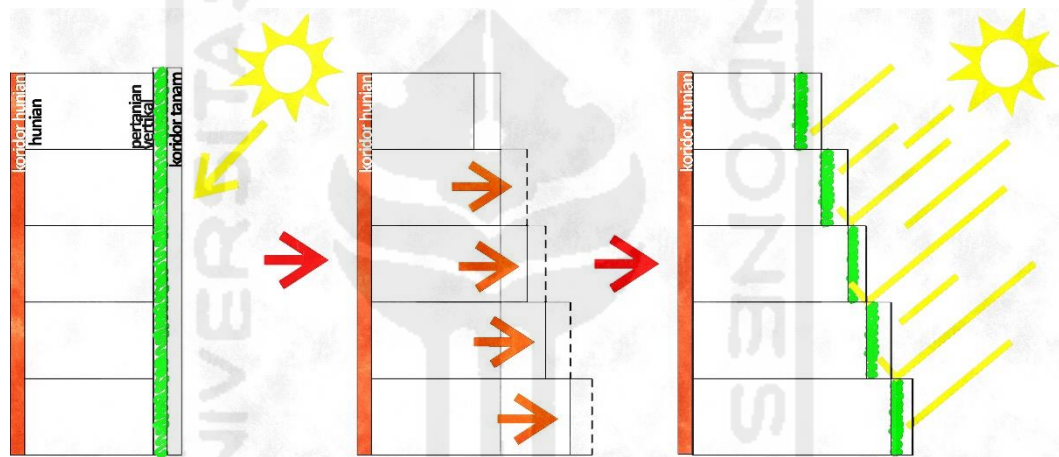
Persoalan yang akan diselesaikan pada aspek bentuk pada hunian rumah susun ini adalah:

- Bentuk bangunan yang memungkinkan penyinaran matahari terhadap tanaman pada pertanian vertikal dapat optimal namun tetap mempertimbangkan kenyamanan penghuni yakni dengan pemilihan rumah susun tipe Koridor Pusat (court corridor type) dimana keuntungan dari sistem tersebut adalah dapat mendukung penanaman vegetasi (*vertical farming*) di sisi dalam bangunan.
- selain itu orientasi massa yang memanjang utara-selatan sehingga membuat bangunan dengan sisi terpanjang terpapar sinar matahari kritis, oleh karena itu diperlukan perhatian khusus pada bukaan yang terpapar langsung dengan penggunaan shading *double skin façade*.
- kemudian, penerapan sistem ventilasi silang sebagai penghawaan alami ruang juga diterapkan dalam bangunan dengan peletakan bukaan yang sesuai.

Sehingga didapat penyelesaian untuk merekonsiliasi ketiga kriteria tersebut dengan konsep sebagai berikut:



Gambar 3–20 Analisis bentuk bangunan (secara horizontal)
Sumber: Analisa Penulis, 2016



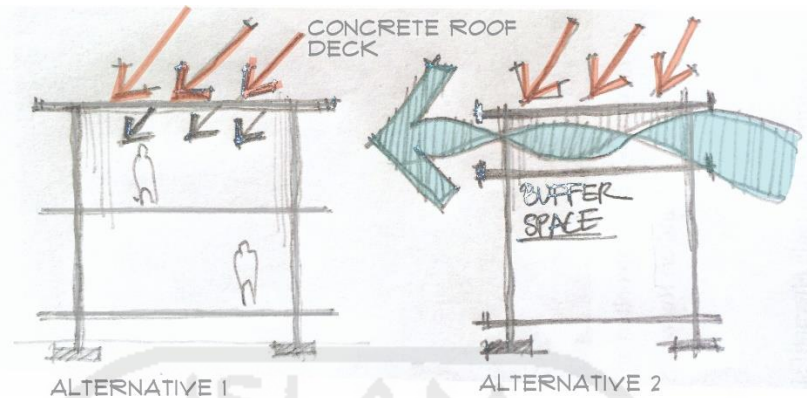
Gambar 3–21 Analisis bentuk bangunan secara vertikal
Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.2.5 Analisis Selubung bangunan

Perlindungan pada selubung bangunan pada dasarnya terbagi menjadi 2, yang pertama adalah selubung bangunan atas atau atap, dan yang kedua adalah selubung samping pada fasad bangunan.

Perlindungan panas pada atap di iklim tropis sangat krusial karena radiasi panas dan terdapat curah hujan yang tinggi sepanjang tahun. Sehingga diperlukan pemilihan atap yang tepat yang sesuai kondisi iklim tropis di Indonesia. Pemilihan atap dak beton diambil dengan pertimbangan bentukan massa yang cenderung massif dan panjang, penambahan peletakan photovoltaic dan kebutuhan pertanian

vertikal di atap (fish tank). Namun atap dak didesain memiliki rongga sebagai buffer space, agar radiasi panas tidak langsung terserap ke dalam bangunan.

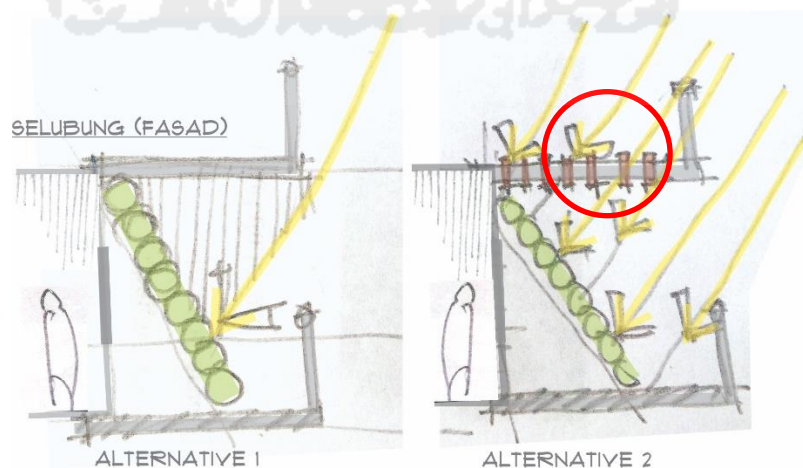


Gambar 3-22 Alternatif selubung Bangunan pada Atap

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Selubung bangunan menggunakan bukaan berupa jendela hidup (yang dapat dibuka dan ditutup) dengan memainkan bentuk bukaan menyesuaikan orientasi optimum terhadap matahari karena selubung luar bangunan menghadap ke barat dan menerima paparan matahari sore. Sedangkan selubung bagian dalam bangunan yang menghadap ke timur dan menerima paparan matahari pagi dioptimalkan dengan peletakan pertanian vertikal sebagai fasad bangunan, dimana matahari pagi baik untuk tanaman dan tanaman sekaligus juga menjadi pereduksi panas yang masuk ke hunian.

Sehingga penyelesaian untuk selubung bangunan yang akan diterapkan adalah dengan menggunakan secondary skin berupa kisi-kisi yang koridor tanam, dengan ilustrasi sketsa sebagai berikut:



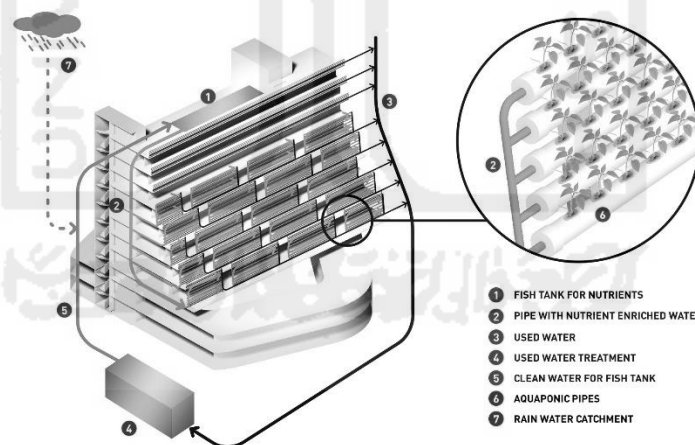
Gambar 3–23 Alternatif Selubung bangunan pada fasad dengan adanya pertanian vertikal

Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.3 Teknologi dan Utilitas Bangunan

3.3.1 Analisis Utilitas Bangunan

Dalam menjawab persoalan desain yang berhubungan dengan teknologi dan utilitas bangunan terkait dengan sebuah hunian dan pertanian vertikal, contoh aplikasi teknologi yang digunakan dimana hunian dan pertanian vertikal dapat berdiri sejalan berdasarkan referensi dari kajian preseden sebelumnya, dengan menggunakan teknologi fish tank pada atap sebagai pemberi nutrisi pada air yang digunakan untuk mengalir tanaman, kemudian air yang telah digunakan untuk mengalir tanaman diolah di water treatment untuk dapat digunakan kembali. Selain itu teknologi yang digunakan juga memanfaatkan air hujan dengan menampung air hujan pada water treatment untuk kemudian dapat digunakan mengalir tanaman. Secara skematik alur proses teknologi pengaliran pada pertanian vertikal digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3–24 Teknologi yang digunakan pada pertanian vertikal

Sumber: Disadur dari House Farm, SPARK

3.4 Analisis Studi Kelayakan

Pada bangunan dengan kegunaan hunian seperti rumah susun , penting untuk melakukan studi kelayakan sehingga nantinya usulan rumah susun ini dapat memberi manfaat dan tepat sebagai jawaban dari permasalahan yang telah diangkat. Studi Kelayakan (feasibility study) adalah kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu kegiatan usaha/proyek dan merupakan pertimbangan dalam mengambil suatu keputusan. Pengertian layak dalam pengertian ini kemungkinan dari gagasan usaha/proyek yang dilaksanakan memberi manfaat , baik dalam arti financial benefit maupun social benefit. Dalam studi kelayakan ini beberapa analisis seperti analisis pasar hunian dan pengaruh strategi bangunan autonomus penting dikaji terlebih dahulu. Output dari analisis studi kelayakan ini adalah harga sewa rumah susun yang akan dibandingkan dengan harga sewa rumah susun lainnya yang telah terbangun. Harga sewa tersebut nantinya akan menentukan segmen pasar yang dilihat dari pendapatan perbulan

3.4.1 Analisis Pasar Hunian di Kabupaten Sleman

a) Rumah Susun

Untuk segmen rumah susun di Kabupaten Sleman seperti Rusunawa Dabag Condong Catur memiliki harga sewa antara 400 ribu hingga 500 ribu rupiah per bulan dengan luas unit 32m². Harga tersebut dengan rincian sewa pokok sebesar 250ribu dan sisanya merupakan biaya energi seperti listrik, air dan kebersihan.



Gambar 3–25 Rumah Susun Sewa Dabag, Condong Catur Sleman

Sumber: http://rusunawa.slemankab.go.id/images/rusun/dabag/1/rusunawa_dabag-01.jpg

Namun rendahnya harga rumah susun berpengaruh juga kepada kualitas unit hunian khususnya pada penghawaan dan kualitas air yang kurang baik. Sehingga banyak para penghuni rusun yang mencoba meningkatkan sendiri kualitas unit. Salah satunya seperti penambahan AC yang sebenarnya tidak diperbolehkan oleh pengelola rusun. Untuk Rumah susun ini memiliki segmen pasar keluarga dan pekerja lajang.

b) Rumah Indekos

Rumah Indekos merupakan segmen dari pekerja lajang dan mahasiswa di Kabupaten Sleman. Harga bervariasi tergantung dengan fasilitas yang diberikan. Rumah Indekos dengan luas 16m^2 dengan fasilitas kamar mandi dalam, ac dan water heater disewakan seharga 1,3 juta perbulan. Rumah indekos dengan luas sekitar $12\text{-}16\text{m}^2$ kamar mandi dalam namun tanpa AC disewakan seharga 500- 600 ribu per bulan. Atau dengan kontrak rumah secara bersama-sama sehingga biaya sewa menjadi lebih murah. Rumah indekos memiliki segmen pasar mahasiswa dan pekerja lajang

c) Apartemen Sewa

Apartemen memiliki harga sewa yang tergantung dengan luas unit yang disewakan. Apartemen seperti Student Castle memiliki harga sewa antara 20 juta hingga 50 juta per tahun atau senilai 1,6 hingga 4 juta perbulan yang tentunya memiliki fasilitas yang baik. Apartemen memiliki segmen

pasar yang luas dikarenakan variasi unit yang banyak namun dengan penghasilan penghuni yang tinggi.

Dari analisis pasar hunian diatas penulis memiliki visi untuk merencanakan rumah susun sebagai pemenuhan kebutuhan hunian bagi pekerja lajang/mahasiswa dan keluarga dengan kualitas pencahayaan dan penghawaan yang baik namun ditunjang dengan harga sewa yang murah. Pendekatan pertanian vertikal dengan konsep autnomus building diharapkan dapat meningkatkan kualitas unit rumah susun dan tentunya dapat menekan harga sewa. Sehingga, dengan pendekatan tersebut dapat memberikan *social benefit* dan *financial benefit* kepada para penghuni rusun.

3.4.2 Analisis Penetapan Harga Sewa Rumah Susun

Dalam analisis penetapan harga sewa (dalam Sembiring dan Utomo, 2015) mengenai penetapan harga sewa apartemen di Yogyakarta menganalisis mengenai pengaruh Nilai Properti mulai dari Nilai Lahan, Biaya Tetap, Pengeluaran dan Nilai Investasi. Output dari analisis ini adalah mengetahui peran dari penghematan dan efisiensi energi terhadap biaya investasi dan menentukan nilai sewa bagi tiap unitnya sehingga diketahui perkiraan pendapatan dari para penghuni rumah susun tersebut.

a) Analisis Cash Flow

Dalam tabel nilai investasi aspek Nilai Tanah dari site yaitu Rp2.000.000,00 per m². Nilai tersebut sesuai dengan data dari kementerian Pertanahan dalam Peta Lahan di Kabupaten Sleman. Dapat dilihat dalam tabel 3-9 mengenai Konstruksi Fisik sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no 45 tahun 2007 mengenai Pedoman Teknis Bangunan Gedung Negara.

Untuk permasalahan pajak, operasional dan pengeluaran mengenai energi masuk ke dalam biaya pengeluaran dan biaya tetap. Nilai Properti inilah yang akan menentukan harga sewa dari rumah susun tersebut. Dalam Sembiring dan Utomo, 2015, penentuan harga Pokok Sewa didapatkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Harga Pokok Sewa} = \frac{\text{ROE} \times \text{Nilai Properti} + \text{Biaya Oprasional}}{\text{Luas yang disewakan}}$$

Tabel 3-9 Analisis Cash Flow

F INVESTASI TOTAL					
NO	NAMA PEKERJAAN	VOL	SATUAN	HARGA SATUAN	HARGA JUMLAH
1	Legalisasi Tanah				
	Kompensasi Lahan (25 tahun)	11,589	m2	2,000,000	23,178,000,000
	Pajak	5%		23,178,000,000	1,158,900,000
	Notaris	1.50%		23,178,000,000	347,670,000
	Rapat	0.50%		23,178,000,000	115,890,000
	Biaya Sertifikat Legal	0.75%		23,178,000,000	173,835,000
	SUB JUMLAH LEGALISASI TANAH				24,974,295,000
2	Perijinan				
	Ijin Rencana Tapak/Siteplan	0.10%		24,974,295,000	24,974,295
	Ijin Membangun Bangunan	0.15%		24,974,295,000	37,461,443
	SUB JUMLAH PERIJINAN				62,435,738
3	Biaya Pematangan Lahan				
	Biaya Menguruk Meratakan	11,589	m2	35,000	405,615,000
	SUB JUMLAH PEMATANGAN				405,615,000
4	Konstruksi Fisik (Standar)				
	Lantai Dasar	6528	m2	1,300,000	8,485,863,100
	Lantai 1	4724	m2	1,417,000	6,694,548,484
	Lantai 2	4381	m2	1,475,500	6,463,693,340
	Lantai 3	4264	m2	1,510,600	6,441,772,428
	Lantai 4	4104	m2	1,556,100	6,386,825,718
	Lantai 5	3479	m2	1,606,800	5,590,185,744
	Lantai 6	2931	m2	1,644,500	4,819,544,373
	Lantai 7	2159	m2	1,644,500	3,550,343,940
5	Konstruksi Fisik (Non-Standar)				
	Basement	1526.72	m2	1,560,000	2,381,683,200
	SUB JUMLAH KONSTRUKSI FISIK				50,814,460,327
6	Pekerjaan Non-Standar				
	Elevator	8%		50,814,460,327	4,065,156,826
	Penghawaan (Pertanian Vertikal)	10%		50,814,460,327	5,081,446,033
	Telepon dan PABX	3%		50,814,460,327	1,524,433,810
	Tata Suara	3%		50,814,460,327	1,524,433,810
	Instalasi IT	6%		50,814,460,327	3,048,867,620
	Elektrikal (Genset)	7%		50,814,460,327	3,557,012,223
	Proteksi Kebakaran	7%		50,814,460,327	3,557,012,223
	Interior	15%		50,814,460,327	7,622,169,049
	Penagkal Petir	2%		50,814,460,327	1,016,289,207
	Sarana/Prasarana Lingkungan	3%		50,814,460,327	1,524,433,810
	Fasilitas Penyandang Cacat	3%		50,814,460,327	1,524,433,810
	IPAL	4%		50,814,460,327	2,032,578,413
	SUB JUMLAH NON STANDAR				36,078,266,832
	JUMLAH KONSTRUKSI BANGUNAN				86,892,727,158
7	Manajemen Proyek				
	Manajemen Proyek	10%		86,892,727,158	8,689,272,716
	Jasa Arsitek dan Insinyur	5%		86,892,727,158	4,344,636,358
	SUB JUMLAH MANAJEMEN PROYEK				13,033,909,074
	TOTAL INVESTMENT				125,368,981,970

B PENGELUARAN					
NO	JENIS PENGELUARAN	VOL	SATUAN	BIAYA	HARGA JUMLAH/TAHUN
1	Operasional				
	Administrasi	12	bulan	60,000,000	720,000,000
	Property Operatiaon & Maintenance	12	bulan	16,000,000	192,000,000
2	Energi				
	Listrik	1	tahun	815,567,865	815,567,865
	Penghawaan (Pertanian Vertikal)	1	tahun	1,428,768,000	1,428,768,000
	Air	1	tahun	1,145,340,000	1,145,340,000
SUB JUMLAH PENGELUARAN					3,389,675,865

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Dari total nilai porperti diatas dalam (Sembiring dan Utomo, 2015) dapat diambil 8% ROE per tahun sehingga didapatkan harga sewa pokok per meter persegi sebagai berikut:

Tabel 3-10 Harga Pokok Sewa

Harga Pokok Sewa	
ROE	8%
Nilai Properti	128,758,657,835
Luas Rentable Area	22,342
Harga Sewa Pokok/tahun	461,038.91
Margin Profit	110%
Harga Sewa /Tahun	507,142.80
Margin Profit	120%
Harga Sewa /Tahun	553,247.00
Margin Profit	150%
Harga Sewa /Tahun	691,558.00
Margin Profit	200%
Harga Sewa /Tahun	922,077.81

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Setelah mengetahui harga sewa pertahun/ m² harga sewa perbulan dapat diketahui. Untuk **Unit single-room** dengan segmen penghuni pekerja berkeluarga dan **unit difable**, harga sewa per bulan diketahui memiliki harga sewa Rp 1.726.130,00 dan setelah disubsidi dari penghasilan pertanian vertikal menjadi Rp 641.018,00 dengan asmsi 1/3 dari penghasilan untuk keperluan sewa rusun. Maka dapat diketahui jumlah **pendapatan perbulan sebesar Rp 1.923.053,00.**

Untuk hunian shared-unit lantai 1 dan 2 dengan segmen pekerja lajang dan mahasiswa dengan asumsi perhitungan 2-3 orang penghuni dan luasan 24.70 m² memiliki harga sewa sebesar Rp 1.423.458,00 per bulannya, dan

setelah disubsidi menjadi Rp 745.263,00 dengan asumsi pendapatan **perbulan perorang sebesar Rp 745.262,63**.

Untuk hunian shared-unit lantai 3 dengan luas 23.40 m² memiliki harga sewa sebesar Rp 1.348.539,00 per bulannya, dan setelah disubsidi menjadi Rp 670.344,00 dengan asumsi pendapatan perbulan perorang sebesar Rp 670.343,80. Untuk hunian shared-unit lantai 4 dengan luas 22.10 m² memiliki harga sewa sebesar Rp 1.273.620,00 per bulannya, dan setelah disubsidi menjadi Rp 595.425,00 dengan asumsi pendapatan perbulan perorang sebesar Rp 595.424,98.

Untuk hunian shared-unit lantai 5 dengan luas 20.80 m² memiliki harga sewa sebesar Rp 1.198.701,00 per bulannya, dan setelah disubsidi menjadi Rp 520.506,00 dengan asumsi pendapatan perbulan perorang sebesar Rp 520.506,16. Untuk hunian shared-unit lantai 6 dengan luas 19.50 m² memiliki harga sewa sebesar Rp 1.123.782,00 per bulannya, dan setelah disubsidi menjadi Rp 445.587,00 dengan asumsi pendapatan perbulan perorang sebesar Rp 445.587,34. Sedangkan untuk lantai teratas yakni lantai 7 dengan luas 18.20 m² (hanya menampung 2 orang) memiliki harga sewa sebesar Rp 1.048.864,00 per bulannya, dan setelah disubsidi menjadi Rp 370.669,00 dengan asumsi pendapatan perbulan perorang sebesar Rp 185.334,26.

Tabel 3-11 Harga Sewa

Harga Sewa Rentable Area					
Nama Ruang	Luas	Harga Sewa/Tahun	Harga Sewa/bulan	sewa setelah subsidi	Pendapatan Perbulan
Unit Difable & Keluarga	37.44	20,713,556.02	1,726,130	641,018	1,923,053.00
Share Unit 1&2	24.70	17,081,491.51	1,423,458	745,263	745,262.63
Share Unit 3	23.40	16,182,465.64	1,348,539	670,344	670,343.80
Share Unit 4	22.10	15,283,439.77	1,273,620	595,425	595,424.98
Share Unit 5	20.80	14,384,413.90	1,198,701	520,506	520,506.16
Share Unit 6	19.50	13,485,388.03	1,123,782	445,587	445,587.34
Share Unit 7	18.20	12,586,362.16	1,048,864	370,669	185,334.26
Agriculture Center	5386.64	4,966,901,237	413,908,436		
Pasar Sayur	15.60	7,911,428	659,286		
Foodcourt	13.52	6,856,571	571,381		
Klinik	106.08	73,360,510.90	6,113,376		
Apotek	106.08	73,360,510.90	6,113,376		

Sumber: Analisa Penulis, 2016

3.4.3 Analisis Ekonomi Pertanian Vertikal

3.4.3.1 Tanaman Pertanian Vertikal

Sistem pertanian yang dipakai adalah aquaponic dimana sistem tersebut dapat mendukung lahan tanam vertikal pada sisi dalam bangunan dan

mempermudah utilitas bagi pertanian vertikal. Karena penanaman disusun secara vertikal maka dimensi sayuran yang akan dihadirkan tidak bisa terlalu tinggi maupun lebar sehingga tanaman-tanaman hijau yang sejenis dengan selada maupun kangkung dapat menjadi pilihan yang tepat.

Tingginya investasi harus selaras dengan pendapatan yang tinggi, oleh karena itu tanaman yang akan dibudidayakan harus memiliki nilai jual yang tinggi. Salah satu tanaman yang memiliki nilai jual dan permintaan yang tinggi salah satunya yaitu Kale, Basil, dan Ricola/arugula “Rocket”. Kale, Basil dan Ricola selain dimensinya yang tidak terlalu lebar dan tinggi namun memiliki nilai jual yang sangat besar. Kale dihargai 85 ribu per kilogram, Basil 60 ribu per kilogram, dan Ricola 50 ribu per kilogram.

Namun konsekuensi dari ketiga tanaman tersebut dimana merupakan tipe sayuran dengan lama penyinaran yang berbeda-beda, yakni full-sun untuk basil, parsial-sun untuk ricola/rocket, dan tipe sayuran dengan bayangan/teduh untuk kale, serta suhu udara maupun tanah yang harus selalu dibawah 25O untuk menghasilkan sayuran dengan kualitas prima dan harga jual yang tinggi.

Oleh karena itu investasi bagi pencahayaan buatan dan penghawaan buatan sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang tinggi. Hasil yang tinggi tersebut nantinya akan menjadi subsidi bagi penghuni rusun namun dengan catatan penghuni rusun dapat menjadi pekerja full time maupun part time bagi pertanian tersebut. Dengan adanya timbal balik tersebut operator yang paling cocok bagi pertanian vertikal tersebut adalah Departemen Pertanian. Selain sebagai suatu usaha namun dapat menjadi pusat riset bagi pertanian vertikal di Yogyakarta.

3.4.3.2 Analisa CashFlow Pertanian Vertikal

Tabel 3-12 Analisa CashFlow Pertanian Vertikal

Revenue Pertanian Vertikal

Jenis Tanaman Sayur	Teknik Tanam	Luas Permukaan Tanam	Total Panen	Modul	Harga Jual	Total Pendapatan/Bulan
Basil	Aquaponic	1,860	6,696	139	60,000	401,760,000
Kale (Red Russian, Dinosaur)	Aquaponic	2,260	8,136	169	100,000	813,600,000
Ricola "Rocket"	Aquaponic	1,860	6,696	139	50,000	334,800,000
Total Pendapatan					448	1,550,160,000
Pengeluaran Pertanian Vertikal						
Operasional	Pembibitan&Nutrisi	10%			1,550,160,000	155,016,000
	Biaya Manajemen	5%			1,550,160,000	77,508,000
	Sewa Tempat				413,908,436	413,908,436
	Energi				272,764,800	272,764,800
Biaya Tetap	Asuransi	2.5%			1,550,160,000	38,754,000
Subsidi	Unit	35%			1,550,160,000	542,556,000
Total Pengeluaran						1,500,507,236
Pendapatan Bersih (A)-(B)						49,652,764
Investasi Pertanian vertikal						
Pekerjaan	Peralatan	Harga	Paket	Paket/Modul	Biaya/Modul	Biaya Total
Perangkat Pembibitan	Bibi Basil (150 biji)	10,000	5	139	50,000	20,898,876
	Bibit Kale (40 biji)	10,000	19	169	187,500	126,966,292
	Bibit Ricola "Rocket" (50 biji)	10,000	15	139	150,000	41,797,753
Sub Total Pembibitan						189,662,921
Perangkat Pembesaran	Pipa Pralon 3 meter	58,000	25	448	1,450,000	649,513,109
	net pot	770	750	448	577,500	258,685,393
Subtotal Pembesaran						908,198,502
Total Investasi						1,097,861,423

PAY BACK PERIOD=(D)-(C)

1.8 Tahun

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Untuk dapat mengetahui seberapa besar manfaat dari pertanian vertikal diperlukan analisa ekonomi dari pertanian vertikal tersebut. Dalam salah satu preseden Pertanian vertikal setiap meter persegi permukaan tanam aquaponic yang setara tanaman selada dapat menghasilkan 3.6 kg sayuran/bulan. Total permukaan tanam dalam rumah susun tersebut yaitu 5.980 m² yang dibagi sesuai tabel pada sehingga menghasilkan keuntungan kotor senilai Rp 1.550.160.000,00. Untuk pengeluaran dari sisi energi dan subsidi bagi hunian sangat penting untuk subsidi diambil dari 35% pendapatan yaitu Rp 542.556.000. Untuk energi penghawaan tetap menggunakan Smart HVAC karena sifatnya yang mudah di operasikan dan hemat energi.

Untuk Investasi membutuhkan biaya infrastruktur bagi area tanam seperti pipa dan net pot serta investasi benih bagi ketiga sayuran yang akan dibudidayakan. Sehingga setelah ditemukan keuntungan bersih Rp 49.652.764,00. Departemen Pertanian dapat balik modal sekitar bukan ke 21 atau 1,8 tahun. Hal itu dikarenakan keuntungan dari tanaman tersebut sangat tinggi sehingga kunci keberhasilan dalam memenuhi syarat tumbuh tanaman perlu diperhatikan.

3.4.4 Analisis Strategi Bangunan Autonomous

3.4.4.1 Analisis Strategi Desain Aktif

Strategi desain aktif seperti pencahayaan dan penghawaan dalam aplikasinya terhadap rumah susun dicoba untuk diefisiensikan. Oleh karena itu, output dari analisis ini adalah beban energi tanpa adanya efisiensi energi yang kemudian di komparasikan dengan beban energi yang telah diefisiensi, sehingga akan ditemukan biaya kebutuhan energi bangunan yang digunakan dalam perhitungan harga sewa rumah susun. Analisis penggunaan energi yang penulis gunakan berdasarkan penelitian (Halimawan, 2013).

1. Konsumsi Energi Pencahayaan Tanpa Efisiensi Energi

Tabel 3-13 Konsumsi Energi Pencahayaan Tanpa Efisiensi

No	Tipe Ruang	Energi/kWh
1	Hunian	628.27
2	Pertanian Vertikal	12.62
3	Foodcourt	12.60
4	Pasar sayur	11.09
5	Apotek	2.40
6	Klinik	2.14
7	Kantor Pengelola	1.38
8	Musholla	1.73
9	MEE & Service	6.92
10	Pelayanan Umum	4.70
11	Common	12.67
12	Sirkulasi dan Parkir	93.98
TOTAL		790.51

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Tabel diatas merupakan perhitungan energi pencahayaan pada tiap area pada rumah susun yang menggunakan lampu CFL 60w dengan daya 11 watt dan lampu CFL 40w dengan daya 8 watt. Sehingga, didapatkan energi pencahayaan total 790.51 Kwh/Hari.

2. Konsumsi Energi Pencahayaan Dengan Efisiensi Energi

Penggunaan lampu konvensional selain memiliki daya yang besar juga umur lampu yang tidak terlalu panjang, sehingga penggunaan teknologi pencahayaan hemat energi seperti lampu LED dapat mengurangi beban energi. Selain mempunyai daya yang lebih rendah

Lampu LED memiliki umur lampu yang lebih lama daripada lampu konvensional. Namun harga lampu LED sedikit lebih mahal terpaut 10.000 – 15.000 rupiah per unit.

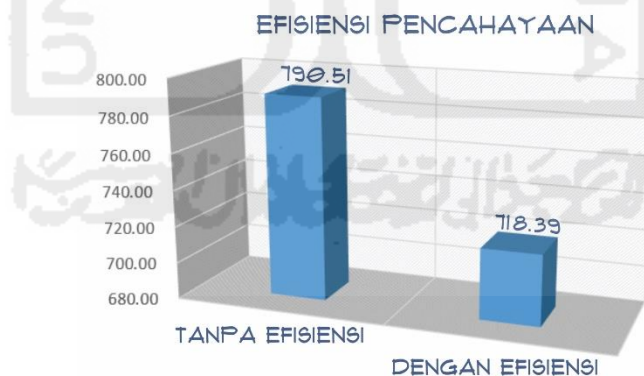
Tabel 3-14 Konsumsi Energi Pencahayaan Dengan Efisiensi

No	Tipe Ruang	Energi/kWh
1	Hunian	559.01
2	Pertanian Vertikal	37.44
3	Foodcourt	10.44
4	Pasar sayur	9.07
5	Apotek	1.97
6	Klinik	1.75
7	Kantor Pengelola	1.12
8	Musholla	1.37
9	MEE & Service	5.22
10	Pelayanan Umum	3.74
11	Common	10.37
12	Sirkulasi dan Parkir	76.90
TOTAL		718.39

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Penggantian Lampu CFL dengan lampu LED yang setara 60w dengan daya 9 watt dan lampu LED setara 40w dengan daya 6 watt dan lampu Hidroponik dengan daya 7 watt.

Grafik 3-2 Grafik Penurunan Daya dengan Penggunaan Lampu LED



Sumber: Analisa Penulis, 2016

Setelah lampu konvensional diganti menjadi lampu LED didapatkan besar beban energi sebesar 718,39 Kwh/Hari.

3. Penggunaan Energi Alternatif

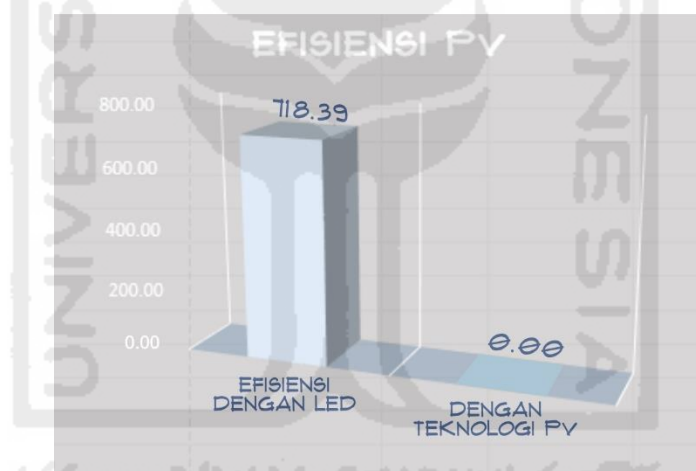
Dalam (Halimawan, 2013) penekanan energi pencahayaan dilakukan dengan mengaplikasikan teknologi Photovoltaic (PV) dari SMK Armada, Magelang yang mampu menghasilkan 1000wp dengan harga 1 juta rupiah. Penekanan beban energi pencahayaan hingga mencapai 718.39 Kwh/Hari dapat ditekan lagi dengan menggunakan teknologi PV.

$$1 \text{ Unit Solar Panel} = 1000\text{wp} \times 5 \text{ jam} = 5000\text{watt} = 5\text{Kwh}$$

$$718.39 \text{ Kwh} : 5 \text{ kwh} = 143 \text{ unit}$$

Dengan diaplikasikannya teknologi PV biaya investasi akan ditambahkan sebesar Rp 143.677.600,00. Dengan penggunaan PV beban energi pencahayaan pada bangunan akan tidak ada atau 0 Kwh.

Grafik 3-3 Grafik Penurunan Daya dengan Teknologi PV



Sumber: Analisa Penulis, 2016

4. Konsumsi Energi Penghawaan Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi

Tabel 3-15 Energi Penghawaan Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi

Tipe Ruang	Peralatan	Daya (watt)	Jumlah	Penggunaan (jam)	Energi Kwh/hari
Area Tanam	Smart HVAC	168	150	24	605
Area Tanam	AC Split 1pk	880	150	24	3,168

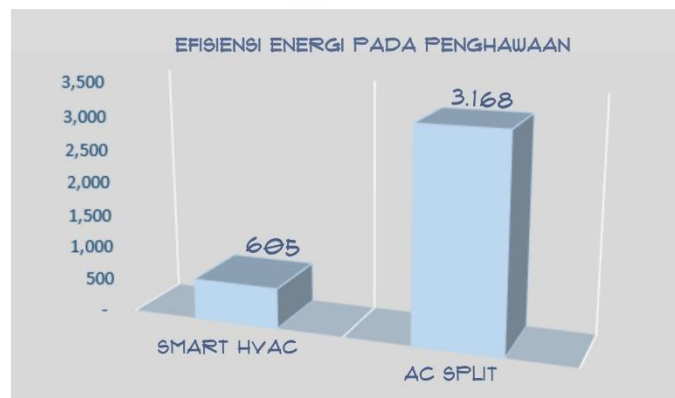
Sumber: Analisa Penulis, 2016

Kekurangan rusunawa yang ada sekarang adalah pada penghawaan yang mengakibatkan para penghuni unit menambahkan AC yang tentunya menambah beban energi pada bangunan. Jika dihitung dengan asumsi untuk pengaplikasian AC split 1 pk dengan daya 880 watt yakni total energi penghawaan aktif yaitu 3.168 Kwh/hari. Daya tersebut sangat besar sehingga diperlukan sistem penghawaan aktif hemat energi yang dapat menurunkan beban energi untuk penghawaan. Selain itu, untuk hunian sekelas rusunawa dirasa tidak memerlukan penghawaan buatan seperti AC, mengingat daya sewa masyarakat yang juga rendah. Oleh karena itu, bagian penghawaan disini ditujukan untuk area tanam pada pertanian vertikal yang memerlukan kondisi sejuk (karena asumsi untuk daerah tropis seperti Indonesia musim panas lebih lama).

Dalam (Halimawan,2013) efisiensi penghawaan dilakukan dengan penggunaan teknologi Smart HVAC. Smart HVAC ini merupakan teknologi hemat energi dimana satu outdoor dapat menampung tiga indoor dimana daya yang digunakan sangat kecil. Merek untuk outdoor yang digunakan adalah DAIKIN VRV (IV) OUTDOOR RXQ6TY14 6PK dan indoor Daikin Indoor VRV Ceiling Duct FXDQ50NBVE4 2PK dengan daya per outdornya hanya 168 watt.

Dengan penggantian sisten penghawaan pada unit hunian dapat menurunkan beban energi sangat drastis sampai senilai 2.563 Kwh/Hari.

Grafik 3-4 Penurunan Daya Penghawaan.



Sumber: Analisa Penulis, 2016

Tabel 3-16 Perbandingan Biaya Penghawaan Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi

No	Keterangan	Koefisien	Energi Total Kwh/hari	Tarif Listrik (Rp)	Harga Jumlah	Biaya Listrik/Bulan	Biaya Listrik/Tahun
1	Biaya Penghawaan						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.28	604.80	1650	277,200.0	8,316,000	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.72	604.80	1100	480,480.0	14,414,400	
	Biaya Total					22,730,400	272,764,800
No	Keterangan	Koefisien	Energi Total Kwh/hari	Tarif Listrik (Rp)	Harga Jumlah	Biaya Listrik/Bulan	Biaya Listrik/Tahun
1	Biaya Penghawaan						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.28	3,168.00	1650	1,452,000.0	43,560,000	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.72	3,168.00	1100	2,516,800.0	75,504,000	
	Biaya Total					119,064,000	1,428,768,000

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Namun, investasi yang diperlukan untuk aplikasi smart HVAC ini cukup besar mencapai Rp 8.340.000,00. Investasi penghawaan ini akan mempengaruhi total biaya konstruksi.

5. Biaya Energi Listrik

Tabel 3-17 Perbandingan Biaya Energi Listrik Dengan dan Tanpa Efisiensi Energi

Biaya Listrik Tanpa Efisiensi							
No	Keterangan	Koefisien	Energi Total Kwh/hari	Tarif Listrik (Rp)	Harga Jumlah	Biaya Listrik/Bulan	Biaya Listrik/Tahun
1	Biaya Pencerayaan						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.38	790.51	1650	501,668.5	15,050,056	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.62	790.51	1100	535,113.1	16,053,393	
	Biaya Total					31,103,449	373,241,393
1	Biaya Peralatan Elektronik						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.21	1,011.61	1650	347,740.9	10,432,228	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.79	1,011.61	1100	880,943.7	26,428,311	
	Biaya Total					36,860,539	442,326,473
						TOTAL	815,567,865
Biaya Listrik Dengan Efisiensi Energi							
No	Keterangan	Koefisien	Energi Total Kwh/hari	Tarif Listrik (Rp)	Harga Jumlah	Biaya Listrik/Bulan	Biaya Listrik/Tahun
1	Biaya Pencerayaan						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.38	-	1650	-	-	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.62	-	1100	-	-	
	Biaya Total					-	0
1	Biaya Peralatan Elektronik						
	WBP (Waktu Beban Puncak)	0.21	1,011.61	1650	347,740.9	10,432,228	
	LWBP (Luar Waktu Beban Puncak)	0.79	1,011.61	1100	880,943.7	26,428,311	
	Biaya Total					36,860,539	442,326,473
						TOTAL	442,326,473

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Efisiensi yang diterapkan pada energy listrik dapat mengurangi hingga Rp.373.241.392,00 biaya listrik per tahunnya. Dimana untuk biaya pencerayaan dapat dipangkas habis dengan menggunakan sistem photovoltaic seperti yang sudah dibahas sebelumnya.

6. Biaya Penggunaan Air

Tabel 3-18 Biaya Penggunaan Air Dengan dan Tanpa menggunakan Rain Harvesting Tank

Biaya Penggunaan Air						
Nama Ruang	Total Penghuni	Kebutuhan Air 1 Orang 150 liter/hari	Biaya Air	Biaya Air	Biaya Air/Bulan	Biaya Air/Tahun
Hunian						
Unit Keluarga	412	62	10,500	648,900	19,467,000	233,604,000.00
Unit Bersama	1,608	241	10,500	2,532,600	75,978,000	911,736,000.00
					TOTAL	1,145,340,000.00
			Efisiensi Menggunakan Rain Harvesting		50%	572,670,000.00

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Efisiensi yang diterapkan pada penggunaan air dengan menggunakan Rain Harvesting Tank (tangki penangkap air hujan) dapat menekan biaya penggunaan air per tahunnya hingga 50% yakni dapat mengurangi hingga Rp.572.670.000,00 dari Rp. 1.145.340.000,00 per tahunnya.

7. Efisiensi Penggunaan Biogas

Tabel 3-19 Efisiensi Penggunaan Biogas

Perhitungan Efisiensi Biogas					
Unit	Jumlah Unit	(kg)/ha#penghuni	Total Penghuni	feses/hari (kg)	Total feses
Unit Keluarga/Difable	103	4	412	0.25	103
Unit Bersama	536	3	1,608	0.25	402
		TOTAL	2,020		505
Produksi biogas	Total feses	505	kg		
1kg=24liter	Produksi biogas	12,120.00	Liter		
		18.97	liter/hari		

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Jika diasumsikan per 1 kg feses yang dihasilkan dapat menghasilkan 24 liter biogas, dengan jumlah penghuni sebesar 2020 orang dan menghasilkan feses perhari sebanyak 505kg berarti produksi biogas dalam satu unit adalah 18,97~19 liter/hari yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, dan disalurkan melalui shaft-shaft yang terhubung.

3.4.5 Kesimpulan Analisis Studi Kelayakan

Efisiensi yang diterapkan pada sistem pencahayaan dan penghawaan dapat memberikan dampak penghematan hingga sebesar 45,76% ~ 46%. Untuk perbandingan Cashflow tanpa dan dengan efisiensi energi didapat perbedaan pay back period atau waktu balik modal untuk cashflow tanpa efisiensi energi waktu

balik modal di prediksi selama 13 tahun sedangkan untuk cashflow dengan efisiensi energi diprediksi selama 10.9~11 tahun.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa efisiensi energi yang telah diterapkan dapat mempercepat waktu balik modal selama 2 tahun. Untuk harga sewa yang telah didapatkan jika dibandingkan dengan harga dan fasilitas rusunawa yang ada saat ini akan lebih unggul, sehingga dapat meningkatkan dalam sisi persaingan hunian bertingkat. Pertanian Vertikal dapat menjadi pembantu dalam hal biaya sewa rumah susun melalui kerjasama penghuni dan pertanian vertikal. Bisa dikatakan pertanian vertikal dapat membantu menaikkan kualitas hunian namun tetap mempertahankan harga sewa sehingga masih dapat dijangkau masyarakat dengan penghasilan rendah.

3.5 Kesimpulan Hasil Permasalahan Desain

Hasil kesimpulan ini menjawab dari persoalan desain yang di analisis, sehingga dapat menjadi guideline menuju BAB IV yaitu mentransformasikan analisis tersebut dalam bentuk konsep. Dasar persoalan desain tersebut kembali pada permasalahan khusus, yaitu:

1. Bagaimana merancang tata ruang dalam maupun luar sehingga mampu mengakomodasi kenyamanan dan kualitas ruang huni namun tetap mempertimbangkan kepentingan operasional pertanian vertikal?
2. Bagaimana merancang tata massa dan selubung bangunan yang dapat memberikan kenyamanan penghuni serta tetap memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman?
3. Bagaimana merancang teknologi dalam utilitas bangunan secara efisien sebagai aplikasi konsep *autonomous* guna mencapai bangunan mandiri yang berkelanjutan?

Sehingga didapatkan hasil persoalan desain dari analisis BAB ini. Hasil-hasil tersebut antara lain :

Tabel 3-20 Kesimpulan Hasil Permasalahan Desain

No	Perkara Desain	Penyelesaian Desain
1	Tata Ruang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penerapan <i>court corridor type</i> (tipe koridor pusat) sebagai efisiensi zona ruang dwelling unit dan ventilasi silang 2. Besaran luasan hunian mengikuti Standar Besaran dan Tata Ruang Rumah Susun dari Ditjen Penyediaan Perumahan, yakni dengan tipe luas 36m² dan 24m² 3. Layout hunian mengikuti standar kenyamanan gerak dan efisiensi ruang 4. Peletakan ruang-ruang public dan fasilitas pelayanan umum pada lantai dasar dan lantai 1, untuk menjaga privasi unit hunian di atasnya.
2	Tata Massa dan Selubung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tata massa cenderung memanjang ke arah sudut kritis matahari, dan bukaan pada hunian ditempatkan pada fasade yang tidak terjangkau sudut kritis 2. Tata massa dihadapkan pada permasalahan kebutuhan matahari pagi-sore (timur-barat) untuk tanaman, namun dihindari untuk paparan langsung kedalam hunian. 3. Selubung bangunan pada atap menggunakan atap dak dengan sistem buffer space untuk mengurangi radiasi panas menyerap kedalam bangunan, selubung fasad bangunan bagian dalam memanfaatkan pertanian vertikal sebagai shading pada bukaan dengan

		kisi-kisi pada area koridor, sedangkan selubung fasad luar menggunakan secondary skin.
3	Teknologi dan Utilitas Bangunan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi teknologi yang digunakan dimana hunian dan pertanian vertikal dapat berdiri sejalan berdasarkan referensi dari kajian preseden sebelumnya, dengan menggunakan teknologi fish tank sebagai pengairan nutrisi bagi pertanian vertikal. 2. Konsep menampung air hujan juga digunakan dengan menyediakan rain harvesting tank yang kemudian diolah untuk digunakan bagi tanaman vertikal dan kebutuhan air hunian. 3. Sirkulasi vertikal untuk kegiatan pertanian (penyaluran hasil panen dari tiap lantai menuju ruang pengepakan) dipisahkan dari sirkulasi bagi hunian, sehingga kenyamanan privasi penghuni terjaga.

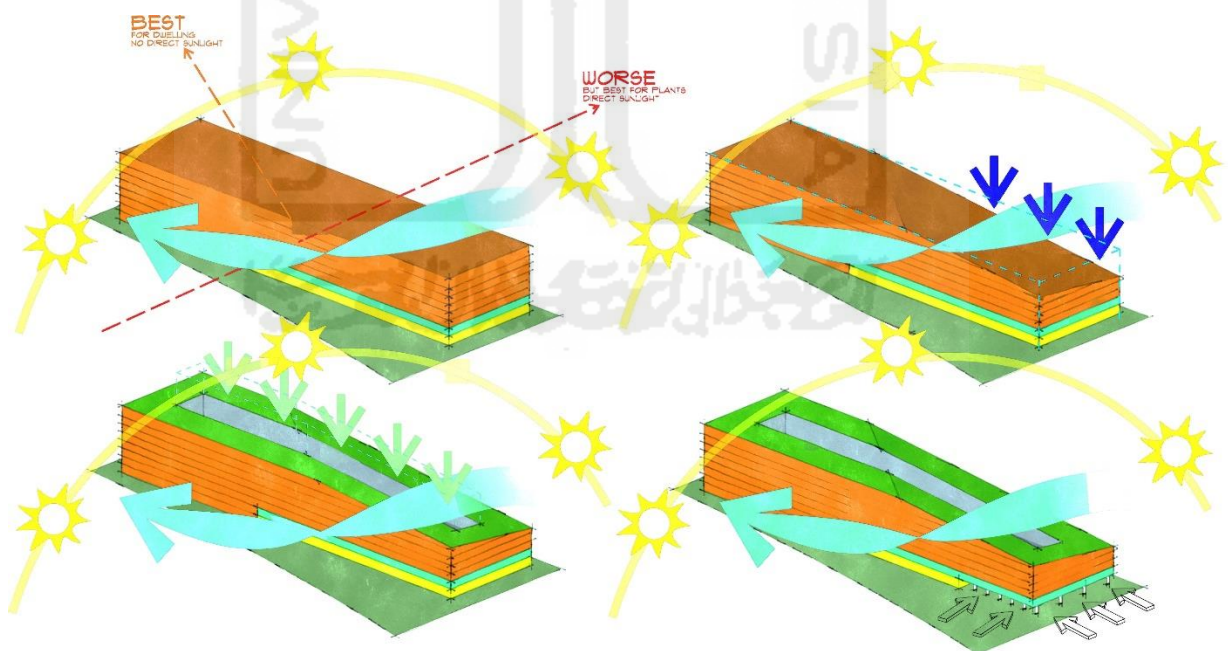
BAB 4

KONSEP DAN RANCANGAN SKEMATIK

Bab IV merupakan hasil dari analisis (BAB III) untuk dijadikan sebuah konsep yang akan menjadi sebuah rancangan dalam bentuk *draft*. Konsep tersebut terdapat beberapa subbab, antara lain Tata Ruang, Tata Massa dan Selubung, serta Teknologi dan Utilitas Bangunan yang nantinya akan diterapkan pada rancangan Rusunawa. Rancangan rusunawa ini mengusung “*Konsep Autonomous Building Pada Hunian dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo*”.

4.1 Konsep Bentuk dan Massa

Konsep tata bentuk dan massa ini berdasarkan analisis BAB III yang menjadi putusan desain untuk menjawab permasalahan bangunan dengan pertanian vertikal berbasis autonomous yang diterapkan pada rumah susun. Dasar konsep ini dari analisis yang telah di bahas di bab sebelumnya, antara lain mengenai analisis angin, orientasi terhadap matahari maupun serta kontekstualitas terhadap site.



Gambar 4–1 Transformasi bentuk

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Pada konsep bentuk dan massa, orientasi matahari dan arah angin menjadi salah satu faktor terbentuknya bentuk gubahan massa. Pada gambar 4-1, terlihat proses dimana transformasi bentuk dari basic form dimana bangunan rusun ini terdiri dari 8 lantai yang terdiri dari 2 lantai terbawah untuk ruang public dan service, sedangkan 6 lantai diatasnya sebagai dwelling unit. Kemudian basic form tersebut disuperposisikan sejajar dengan orientasi site, tidak menghadap ke *best optimum orientation* maupun arah worse. Terlihat pada gambar bahwa panah orange menunjukkan arah yang baik karena tidak terpapar sinar matahari langsung, dan panah merah menunjukkan arah yang tidak baik karena terkena paparan sinar matahari langsung.

Untuk kebutuhan hunian, bagian yang terpapar sinar matahari langsung harus dihindari (timur-barat) karena jika tidak panas yang berlebih akan masuk kedalam hunian yang mempengaruhi kenyamanan penghuni didalamnya. Namun disisi lain, konsep pertanian vertikal yang diusung pada bangunan rusun ini memerlukan sinar matahari langsung yang cukup sebagai syarat tumbuh kembang tanaman, terutama sinar matahari pagi. Oleh karena itu, keputusan desain yang diambil menyikapi dua tuntutan kebutuhan yang berbeda antara kenyamanan penghuni dan kebutuhan matahari untuk tumbuh kembang tanaman dengan cara membuat gubahan massa asimetris (lebih rendah) pada ujung sisi tenggara bangunan (dibandingkan bagian utara yang lebih tinggi). Hal tersebut dimaksudkan agar dapat mengakomodasi dua kebutuhan yang berbeda agar keduanya tetap dapat dipenuhi. Selain itu, untuk arah angin optimal yang berhembus dari arah tenggara juga menjadikan bentukan gubahan massa seperti ini dapat dimaksimalkan pula untuk penghawaan alami dengan menerapkan sistem *cross ventilation*.

Kemudian, bagian tengah bangunan dibuat void karena pemilihan rumah susun dengan tipe koridor terpusat. Pada bagian analisis sebelumnya sudah dijelaskan bahwa bagian koridor dalam (tengah bangunan) digunakan sebagai koridor tanam karena terdapat pertanian vertikal. Sehingga matahari dapat masuk secara optimal ke arah dalam bangunan dimana sangat dibutuhkan bagi tumbuh kembang tanaman pada pertanian vertikal.

Yang terakhir adalah menggunakan konsep bentuk pilotis pada bagian lantai dasar (semi basement) di sisi tenggara untuk keperluan parkir. Hal tersebut dimaksudkan agar angin dapat masuk secara optimal sehingga penghawaan dan sirkulasi udara pada area parkir di semi basement dapat tercukupi.

4.2 Konsep Tata Ruang

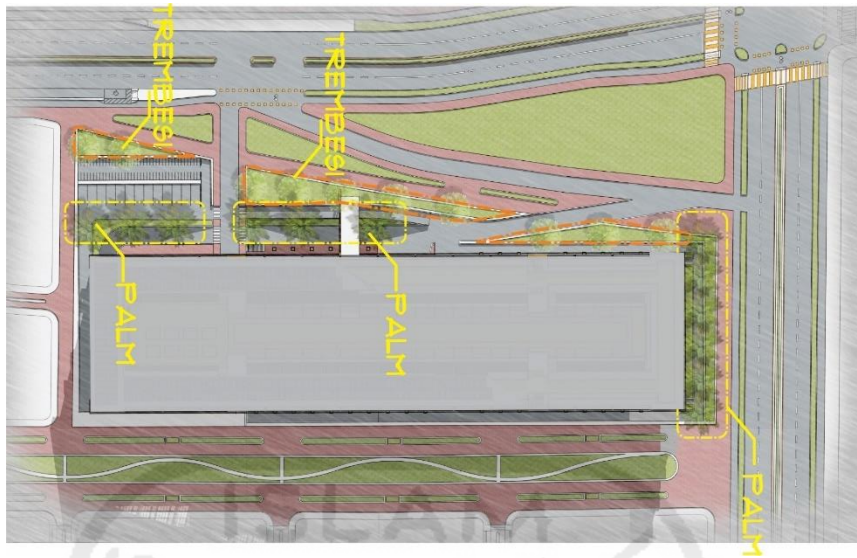
4.2.1 Konsep Tata Ruang Luar ; *Green Landscape*

Salah satu pendekatan dalam peletakan massa pada lokasi tapak adalah dengan memperhatikan regulasi pembangunan setempat, yakni mengenai adanya jarak bebas samping dan sempadan jalan, sehingga dinding terluar bangunan dan struktur utama dirancang untuk tetap berada di lahan efektif. Di sisi lain ruang jarak bebas ini akan dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau terkait adanya tuntutan untuk memenuhi koefisien dasar hijau sebesar 35% atau sebesar 4.056m². Dengan adanya penerapan pendekatan ini maka diperoleh luasan ruang hijau (tidak tercover) pada landscape sebesar 4100 m². Adapun ruang - ruang terbuka hijau tersebut akan dimanfaatkan sebagai ruang - ruang vegetasi.

4.2.2 Konsep Tata Vegetasi

Terkait dengan konsep ruang luar (green landscape) dimana merespon jarak bebas samping untuk dijadikan green area, maka diperlukan konsep pemilihan jenis vegetasi yang tepat berdasarkan letaknya. Pada sisi Utara dengan intensitas matahari yang lebih panjang, akan dimaksimalkan dengan tanaman jenis perindang (ketapang, asem.dll) yang memanjang hingga sisi Barat dimana terdapat matahari yang dihindarkan sepanjang tahun.

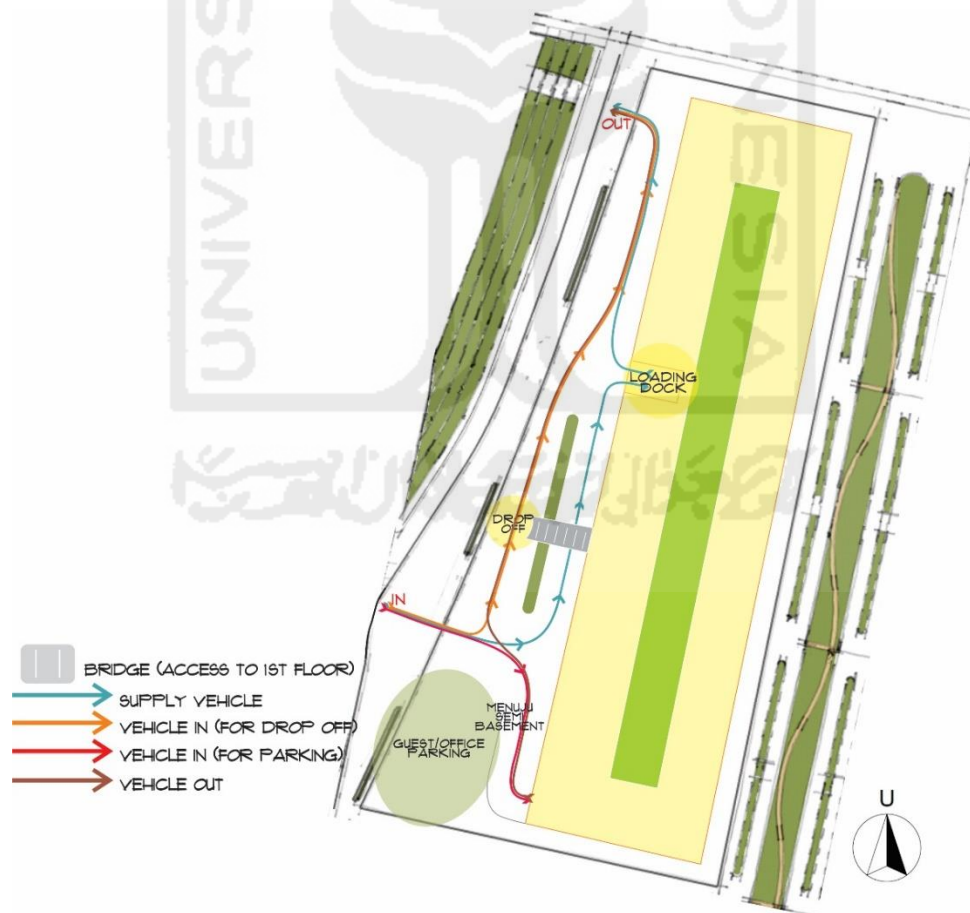
Sementara pada sisi Selatan merupakan fasad (wajah) bangunan yang paling lebar akan digunakan vegetasi sebagai pembatasnya (soft-border) dan perindang area trotoar. Adapun yang dapat digunakan sebagai pembatas ini adalah seperti jenis bambu, tanaman rendah atau bunga-bunga, dan trembesi.



Gambar 4-2 Konsep Tata Vegetasi

Sumber: Analisa Penulis, 2016

4.2.3 Konsep Sirkulasi Site



Gambar 4-3 Konsep sirkulasi pada site

Sirkulasi kendaraan dibuaturut sesuai dengan alurnya, yakni masuk ke dalam site → drop off → out. Dikarenakan rumah susun ini diperuntukkan bagi MBR, sehingga kendaraan yang diperbolehkan dibawa oleh penghuni hanyalah kendaraan roda dua (sepeda motor). Sehingga alur masuk jika menggunakan kendaraan adalah masuk ke dalam site → parkir → entrance dari semi basement. Bagi kendaraan roda empat pengelola atau pengunjung disediakan lahan parkir yang berada di sisi selatan luar bangunan. Konsep dari ruang drop off atau drop in ini adalah menggunakan naungan, supaya memberi kesan bahwa bangunan seakan dapat ramah menerima tamu. Dari area drop off menuju main entrance terdapat jembatan yang langsung menghubungkan ke lantai 1 menuju fasilitas umum seperti kantor pengelola, musholla, ataupun foodcourt. Sementara untuk akses suplai servis diberikan alur khusus yang berbeda dari alur drop off sehingga dapat langsung terhubung pada loading dock.

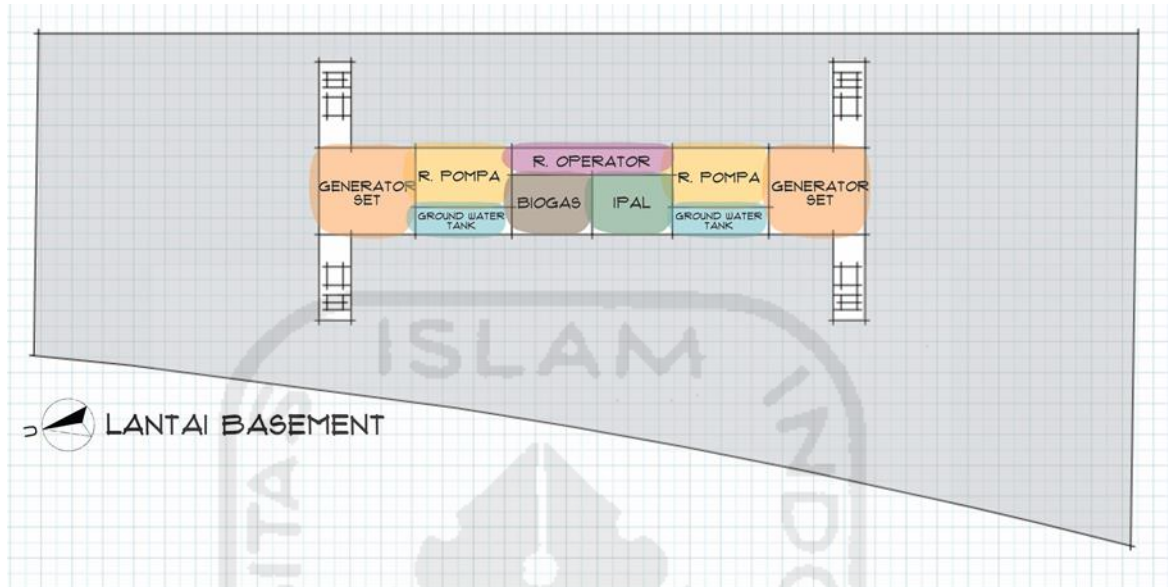
4.2.4 Konsep Hubungan Ruang pada Bentuk Linear

Penyelesaian tata ruang dalam yakni mengakomodasi kenyamanan dan kualitas ruang huni namun tetap mempertimbangkan kepentingan operasional pertanian vertikal. Pada bab analisis telah ditentukan zoning dan penempatan berdasarkan lantainya. Maka output pembahasan Konsep Hubungan Ruang Pada Bentuk Linear ini akan dipaparkan Layout Ruangan yang terbagi berdasarkan lantainya.

4.2.4.1 Konsep Layout Ruang Basement dan Semi Basement Pada Bentuk Linear

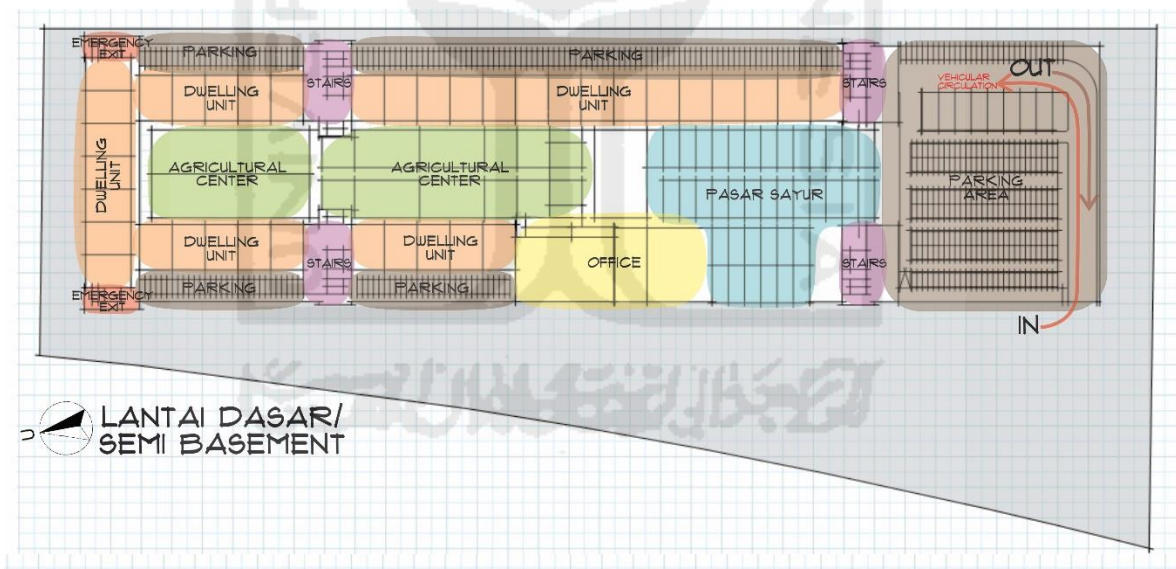
Berdasarkan analisis zoning yang telah dipaparkan sebelumnya, ruang ruang pada basement dikhususkan untuk utilitas utama dengan penambahan untuk ruang servis seperti ruang sentral operator. Kemudian lantai di atasnya, yakni lantai dasar/ semi basement digunakan sebagian untuk rentable area diantaranya agricultural center, pasar sayur dan dilengkapi dengan kantor pengelola. Lalu sebagian lagi pada sisi tenggara (dengan elevasi yang lebih

rendah dari permukaan tanah) untuk parkir, sedangkan bagian utara (elevasi sejajar dengan ground) untuk dwelling unit.



Gambar 4-4 Konsep Layout Ruang pada Basement

Sumber: Analisa penulis, 2016



Gambar 4-5 Konsep Layout Ruang pada Semi Basement/ Lantai dasar

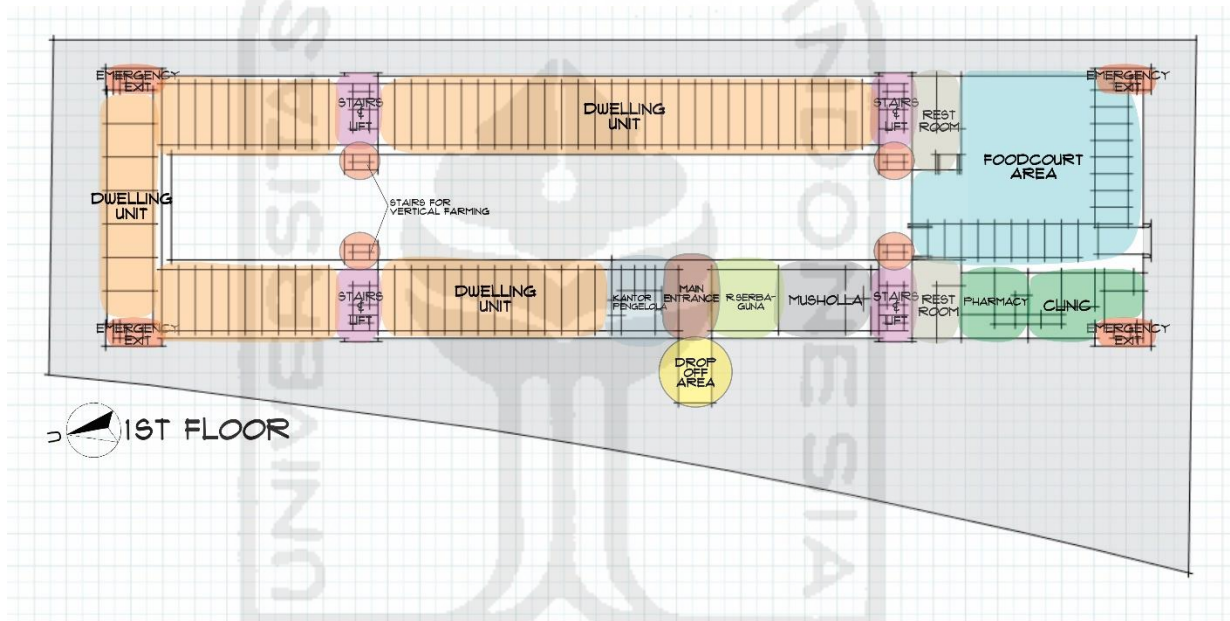
Sumber: Analisa penulis, 2016

Peletakan parkir ditempatkan pada lantai semi basement disebabkan adanya potensi dari kemiringan site sendiri yang berkontur (lebih pendek disisi tenggara) sehingga adanya usaha untuk memberikan penghawaan alami untuk dapat masuk

ke area semi basement, selain itu dengan adanya penerapan semi basement maka juga akan diperoleh elevasi basement yang lebih dangkal sehingga Vehicular Ramp dapat dibuat lebih pendek.

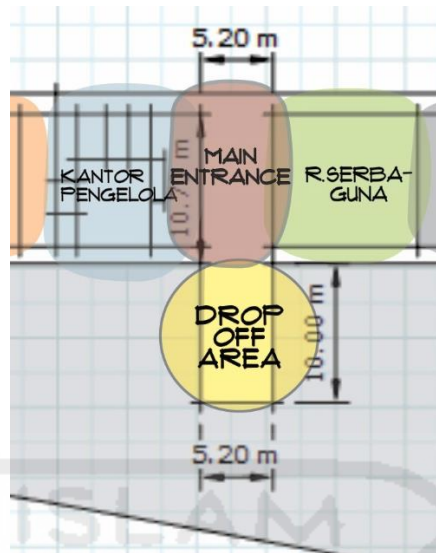
4.2.4.2 Konsep Layout Lantai 1 pada Bentuk Linear

Pembagian zoning ruang yang telah ditentukan menunjukkan bahwa pada lantai pertama akan digunakan untuk fasilitas dan ruang-ruang publik serta pelayanan/services seperti front office dimana terdapat kantor pengelola serta entrance masuk dari area drop off.



Gambar 4–6 Konsep Layout Ruang pada Lantai 1

Sumber: Analisa penulis, 2016



Gambar 4-7 Konsep Layout ruang pada Area Entrance

Sumber: Penekanan dari gambar 4-6

Area drop off terhubung langsung ke lantai 1 melalui entrance utama. Dengan luas area 5,2 m x 10,7 m area main entrance terbilang cukup luas untuk membuat kesan menyambut bagi pengunjung/penghuni yang datang. Bagian *main entrance* dan *drop off* memiliki elevasi +3.00 m dari permukaan tanah. Entrance bangunan semakin menonjol terkait basement yang dirancang menggunakan jenis semi basement, sehingga elevasi lantai pertama lebih tinggi menjadi 3m di atas tanah (± 0.00) dan menjadikan entrance dapat terlihat jelas dari jalan utama.



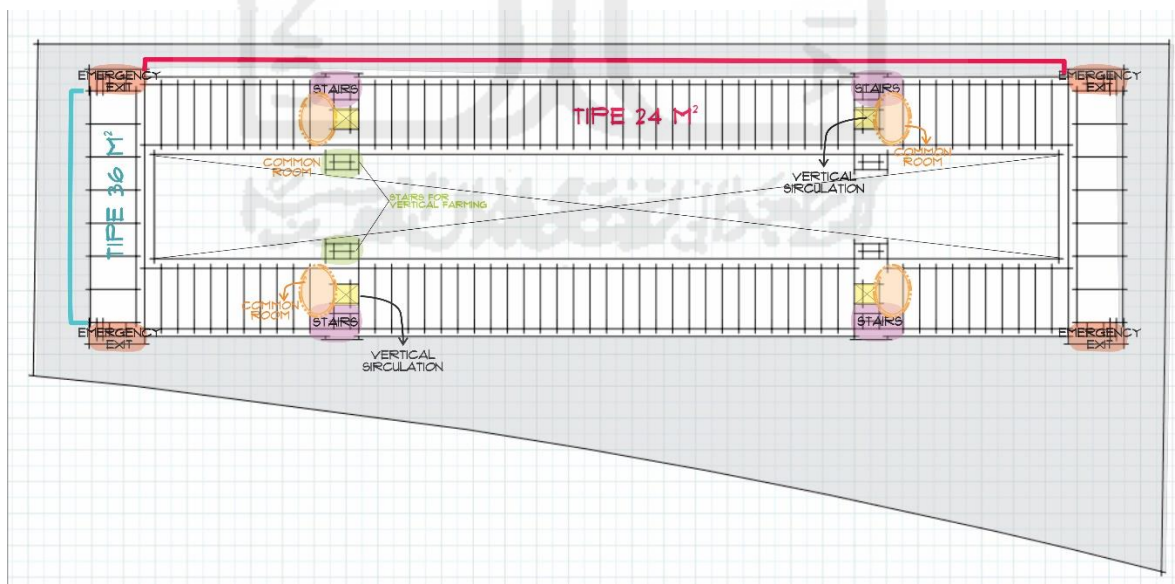
Gambar 4-8 Konsep Entrance pada rusun

Sumber: Analisa penulis, 2016

Setelah masuk ke entrance utama, pengunjung akan langsung bertemu dengan kantor pengelola. Kantor pengelola sendiri terbagi menjadi front office/receptionist, ruang tunggu, ruang kerja, toilet hingga pantry. Main entrance juga ditempatkan pada tengah-sisi barat bangunan yang dikelilingi oleh fasilitas public seperti musholla, ruang serbaguna, restroom, apotek dan klinik kesehatan hingga area foodcourt.

4.2.4.3 Konsep Layout Lantai Dwelling Unit pada Bentuk Linear

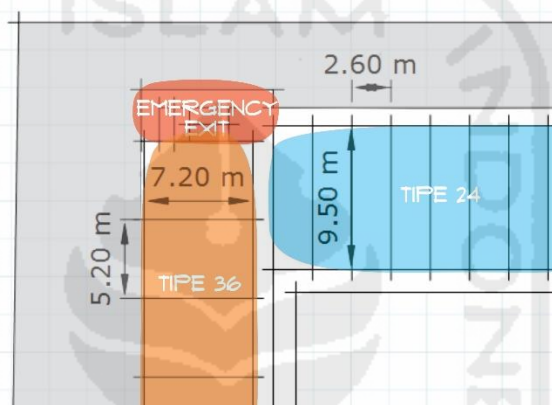
DK Ching mengatakan dalam bukunya *Architecture : Form, Space and Order* bahwa .."organisasi ruang linear dalam bangunan dapat dikombinasikan dengan adanya perselingan ruang (room distraction) dengan fungsi berbeda (unique & interest) diantara deretan ruang-ruang yang memiliki kesamaan bentuk dan fungsi. Ruang selingan ini dapat diletakkan dimanapun dalam bangunan seperti di setiap ujung, ditengah, menonjol keluar, ataupun pada patahan bentuk massa..." Adapun bila diaplikasikan ke dalam alternatif tata massa bangunan rusun yang telah dianalisis sebelumnya, dengan menggunakan tipe koridor terpusat (court corridor type) maka ditemukan penggambaran sebagai berikut :



Gambar 4–9 Organisasi Ruang Pada Dwelling Unit Floor

Sumber: Analisa penulis, 2016

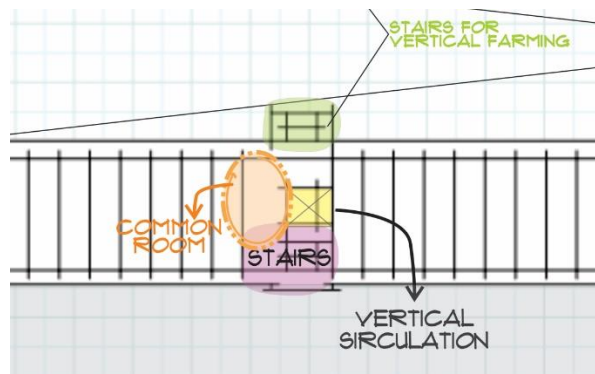
Pada rancangan skematik gambar diatas, menunjukkan bahwa penerapan room distraction pada bentukan massa bangunan di lantai kamar (*dwelling unit*), diputuskan untuk diletakkan di sisi-sisi empat buah tangga utama pada bentukan massa yang terpanjang. Hal tersebut dimanfaatkan dengan membuat ruang bersama (*common room*). Ini dilakukan untuk mengurangi monotonitas dalam koridor memanjang. Kemudian pada *interchange* (persilangan sirkulasi) inilah dimanfaatkan sebagai persilangan antara sirkulasi horizontal (sirkulasi koridor) dan sirkulasi vertikal (lift dan tangga umum).



Gambar 4–10 Konsep dua tipe dwelling unit

Sumber: Analisa penulis, 2016

Untuk bagian dwelling unit sendiri, dibagi menjadi dua tipe yakni tipe single room dengan luasan 36m^2 dan tipe shared-unit dengan luasan 24m^2 yang dapat menampung 3-4 orang. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab analisis sebelumnya, pemilihan kedua tipe tersebut berdasarkan Standar Besaran dan Tata Ruang Rumah Susun (Ditjen Penyediaan Perumahan, 2016) karena diperuntukkan bagi pekerja dan mahasiswa.



Gambar 4–11 Konsep sirkulasi vertikal pada dwelling unit

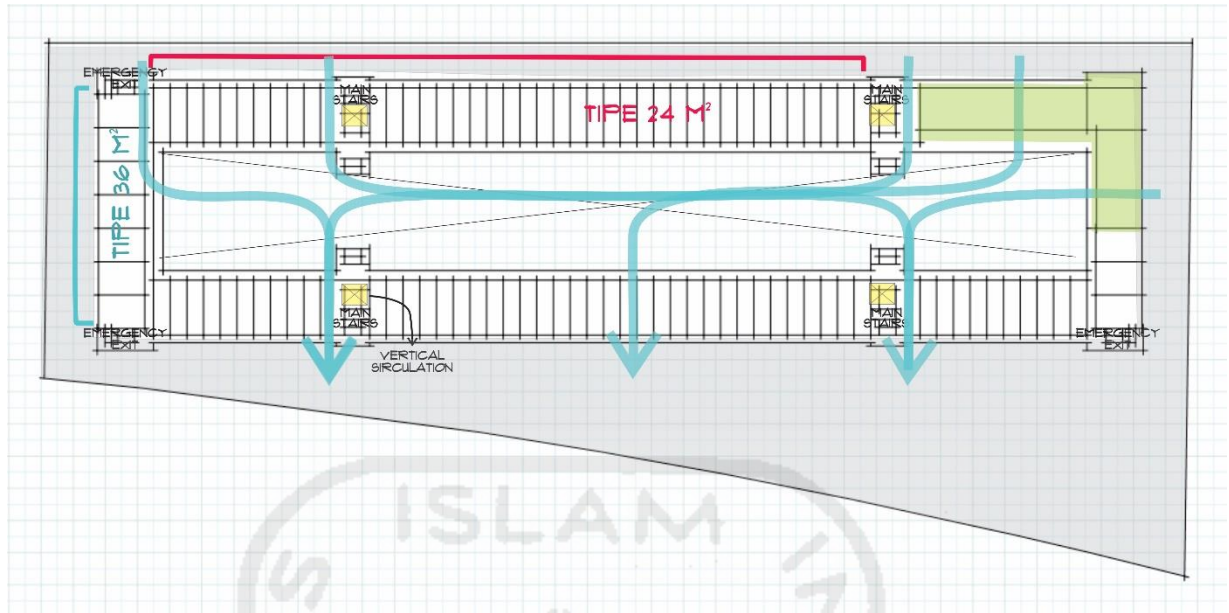
Sumber: penekanan dari gambar 4-7

Pada analisis bentuk bangunan sebelumnya sudah dijelaskan bahwa koridor pada dwelling unit terletak pada sebelah luar daripada hunian, sedangkan koridor sebelah dalam akan digunakan sebagai koridor tanam yang akan digunakan untuk keperluan pertanian vertikal. Seperti pada gambar 4-9, dapat dilihat bahwa yang ditandai dengan warna hijau merupakan tangga untuk mengakses koridor tanam, sedangkan yang ditandai warna ungu adalah tangga untuk hunian. Terdapat juga lift yang berada persis disebelah tangga utama dengan kapasitas 11 orang untuk sekali angkut dan dilengkapi dengan lobby lift serta common room sebagai ruang bersama.

4.3 Konsep Tata Massa dan Selubung

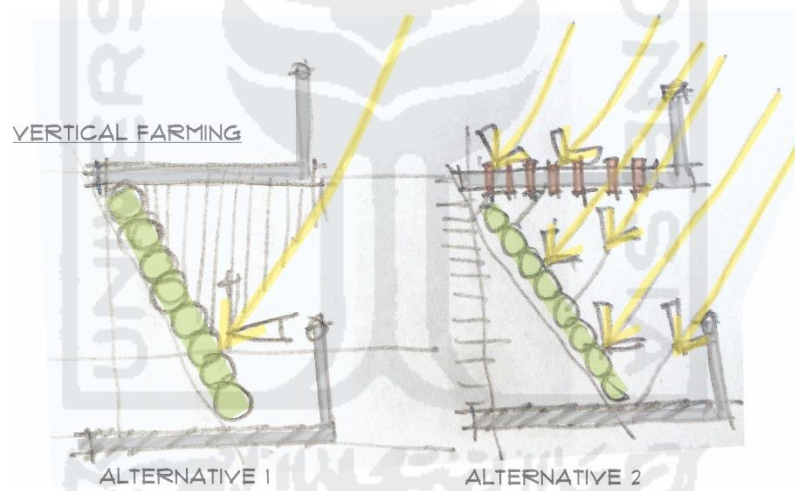
Penyelesaian pada tata massa bangunan untuk memaksimalkan penghawaan alami dengan tipe koridor tengah sebagai efisiensi sirkulasi yaitu posisi unit hunian yang terpisah oleh koridor didesain tidak lurus secara vertikal melainkan adanya permainan massa yang semakin keatas semakin menjorok keluar.

Pada lantai hunian, ruang ruang rekreasi bersama (*common room*) yang letaknya berselingan akan dimanfaatkan sebagai akses masuk penghawaan dan sirkulasi udara koridor akan terdapat efek lorong angin (*wind tunnel*). Dengan tipe koridor terpusat yang dipilih, dan permainan bentuk gubahan massa yang asimetris menambah mudahnya jalur masuknya angin ke bagian sebelah dalam bangunan.



Gambar 4–12 Konsep Tata massa terhadap penghawaan alami

Sumber: Analisa Penulis, 2016



Gambar 4–13 Alternatif konsep pertanian vertikal pada selubung bangunan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

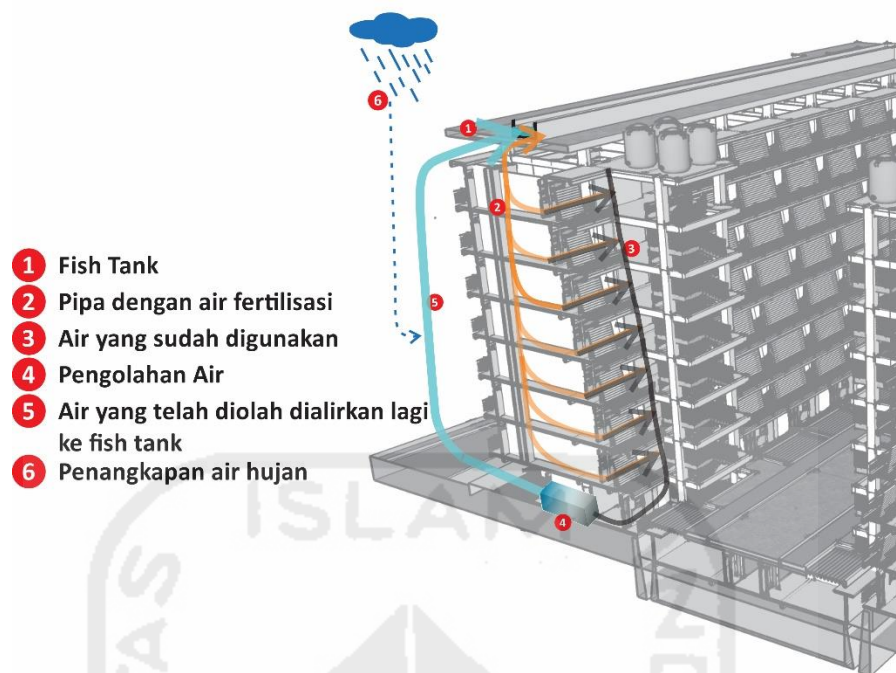


Gambar 4-14 Konsep view koridor tanam

Sumber: Analisa Penulis, 2016

4.4 Konsep Teknologi dan Utilitas Bangunan

Dalam menjawab persoalan desain yang berhubungan dengan teknologi dan utilitas bangunan terkait dengan sebuah hunian dan pertanian vertikal, contoh aplikasi teknologi yang digunakan dimana hunian dan pertanian vertikal dapat berdiri sejalan berdasarkan referensi dari kajian preseden sebelumnya, dengan menggunakan teknologi fish tank pada atap sebagai pemberi nutrisi pada air yang digunakan untuk mengalir ke tanaman, serta menampung air hujan pada water treatment untuk dapat digunakan kembali.



Gambar 4–15 Konsep teknologi dan utilitas bangunan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

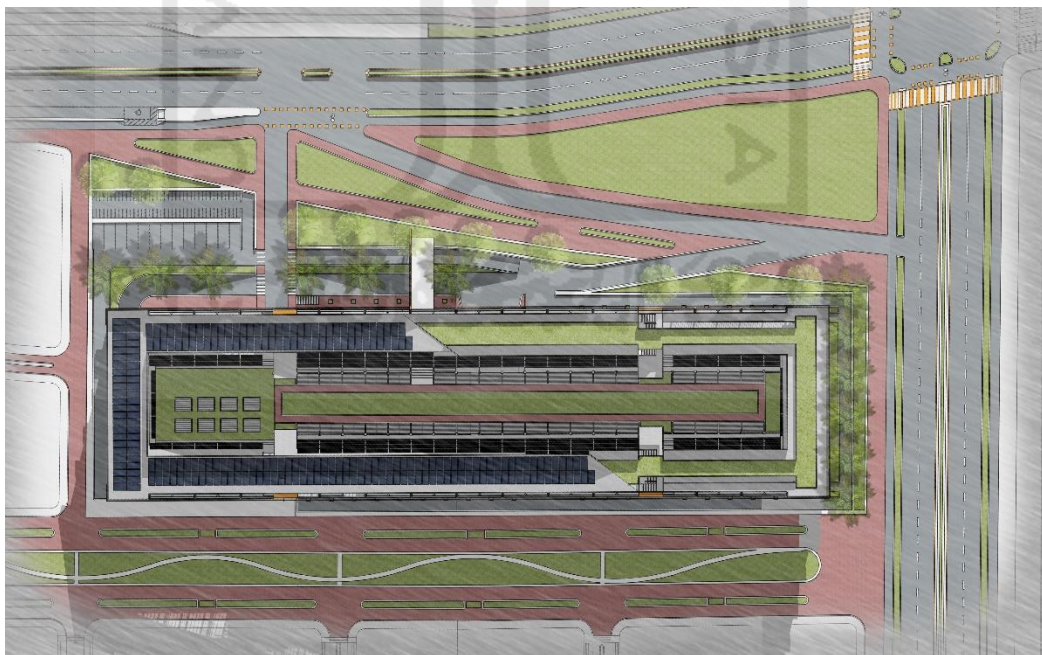
BAB 5

HASIL RANCANGAN

Bab V merupakan bagian yang memaparkan hasil rancangan dari berbagai proses penelusuran permasalahan hingga penyelesaiannya. Pada bab ini akan dipaparkan pengambilan keputusan akhir rancangan yang merupakan pengembangan dari konsep rancangan skematik. Hasil rancangan meliputi situasi, zoning, siteplan, denah bangunan perlantainya, selubung bangunan, interior bangunan, sistem struktur dan utilitas, serta keselamatan bangunan.

5.1 Situasi

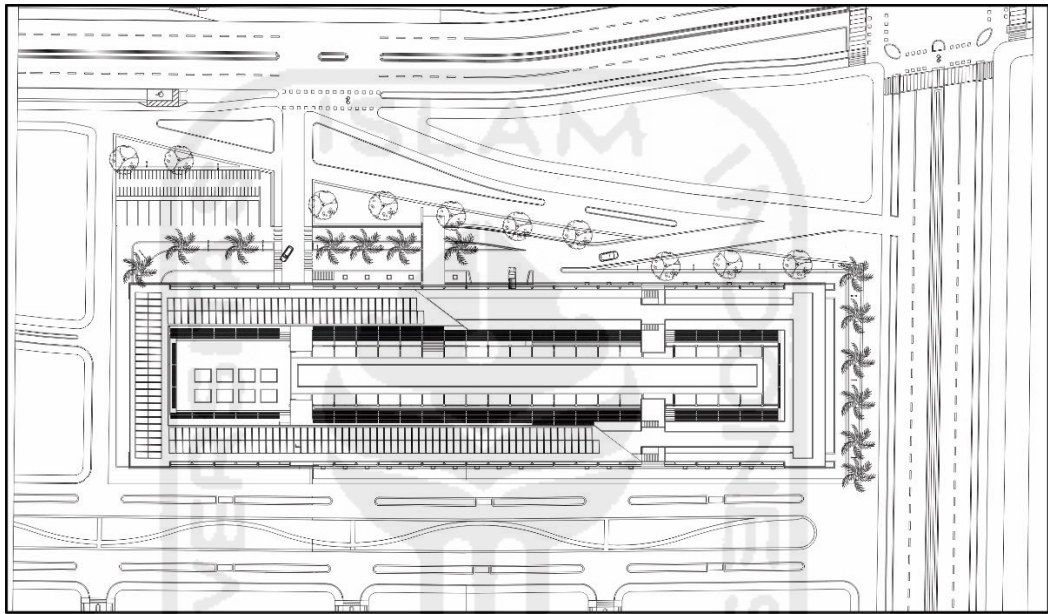
Orientasi bangunan dirancang mengikuti sejajar orientasi site karena dihadapkan pada tuntutan kebutuhan hunian vs kebutuhan tumbuh kembang tanaman pada pertanian vertikal. Oleh karena itu, keputusan desain yang diambil menyikapi dua tuntutan kebutuhan yang berbeda tersebut dengan cara memposisikan orientasi bangunan sejajar dengan orientasi site yang tidak mengarah ke best optimum maupun worse.



Gambar 5–1 Situasi

Sumber: Hasil rancangan, 2016

Sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Francis DK.Ching bahwa "*Bentuk gubahan massa memberikan pengaruh terhadap organisasi ruang didalamnya*", Oleh karenanya bentuk gubahan massa dibuat asimetris (tidak berrbentuk balok utuh) dengan ketinggian yang lebih rendah pada sisi tenggara bangunan guna menangkap angin dan memasukkan cahaya matahari untuk mengakomodasi kebutuhan tumbuh kembang tanaman pada pertanian vertikal di sisi dalam bangunan.



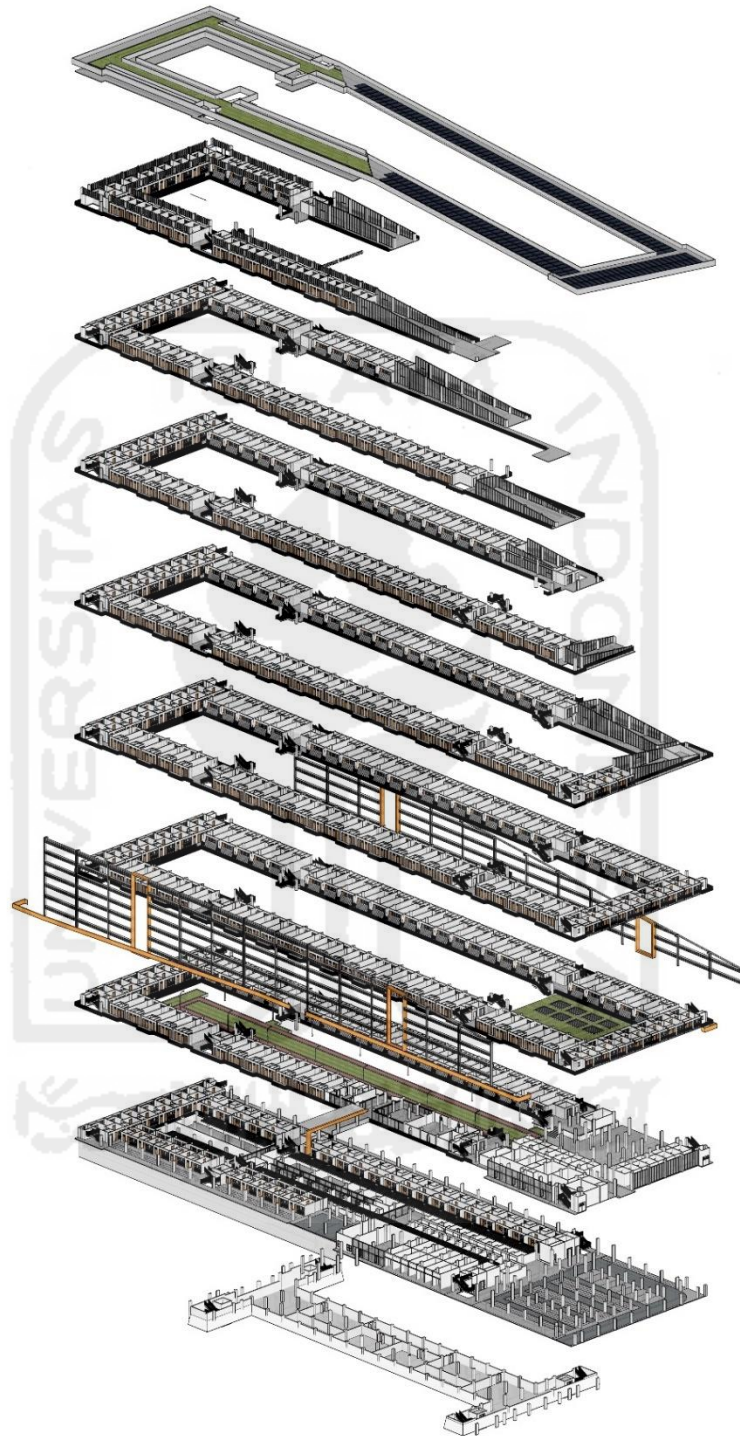
Gambar 5-2 Situasi

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.2 Zoning

Untuk memberikan efektifitas fungsi ruang, maka zona antara ruang-ruang dominan publik dan privat dipisahkan berdasarkan lantainya. Pada lantai dasar/semi basement, fungsi ruang digunakan sebagai area public (kepentingan umum), komersial, *dwelling unit*, hingga parkir. Pada lantai 1 digunakan untuk ruang publik, komersial, dan hunian, sedangkan lantai 2-7 digunakan untuk *dwelling unit*. Sementara pada Basement fungsi ruang digunakan sebagai ruang – ruang utilitas utama. Ketiga zona ruang pada lantai yang berbeda ini dihubungkan oleh sirkulasi vertikal dengan jumlah masing-masing 4 untuk tangga utama dan lift

yang terletak pada sisi sebelah selatan dan utara bangunan, sedangkan tangga darurat berada di tiap-tiap sudut di keempat sudut bangunan.



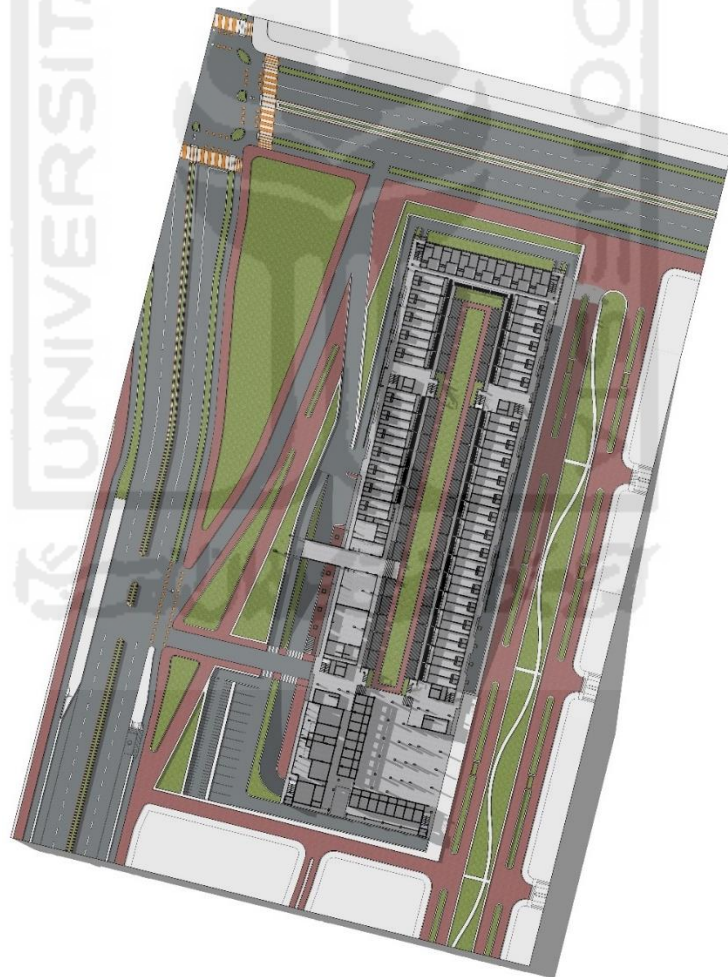
Gambar 5–3 Zoning per lantai

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.3 Siteplan

Sirkulasi kendaraan dibuaturut sesuai dengan alurnya, yakni masuk ke dalam site → drop off → out. Karena penghuni hanya diperbolehkan menggunakan kendaraan roda dua, sehingga alur masuk jika menggunakan kendaraan adalah masuk ke dalam site → parkir → entrance dari semi basement. Bagi kendaraan roda empat pengelola atau pengunjung disediakan lahan parkir yang berada di sisi selatan luar bangunan.

Dari area drop off menuju main entrance terdapat jembatan yang langsung menghubungkan ke lantai 1 menuju fasilitas umum seperti kantor pengelola, musholla, ataupun foodcourt. Sementara untuk akses suplai servis diberikan alur khusus yang berbeda dari alur drop off sehingga dapat langsung terhubung pada loading dock.



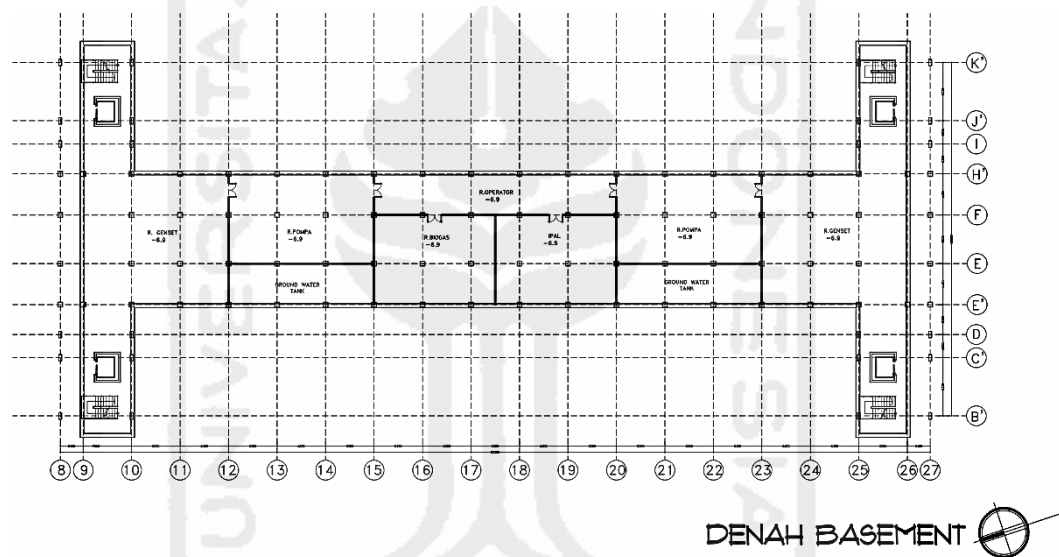
Gambar 5–4 Siteplan

Sumber: Analisa Penulis, 2016

Pada sisi - sisi terluar site untuk menaati jarak bebas samping dan belakang ($\pm 2\text{m}$ ke dalam) lahan dimanfaatkan sebagai sabuk hijau, dan diisi oleh vegetasi perindang yang tidak sekedar mengkondisikan udara namun dapat melindungi selubung groundfloor dan site dari panas berlebih. Terlebih pada sisi utara dimana terdapat sudut penyinaran matahari yang lebih miring, sementara pada bagian depan digunakan pohon palem-paleman sebagai pengarah sekaligus untuk mengimbangi bentuk bangunan yang tinggi.

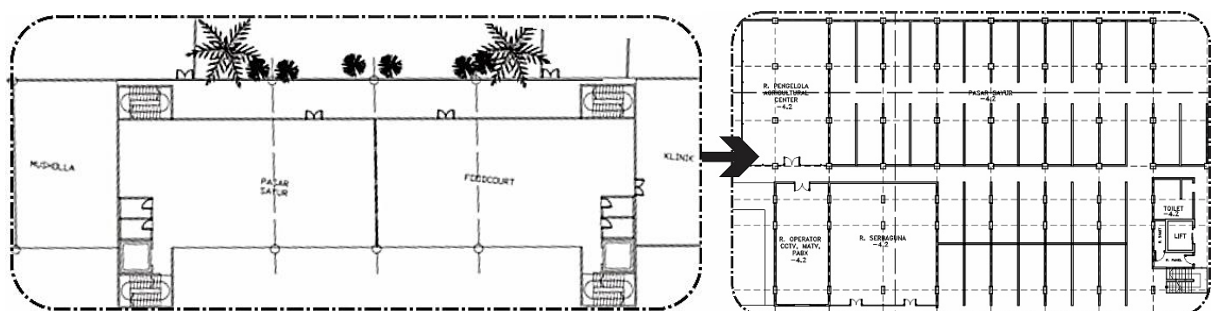
5.4 Denah

5.4.1 Denah Basement



5.4.2 Lantai Dasar/Semi Basement

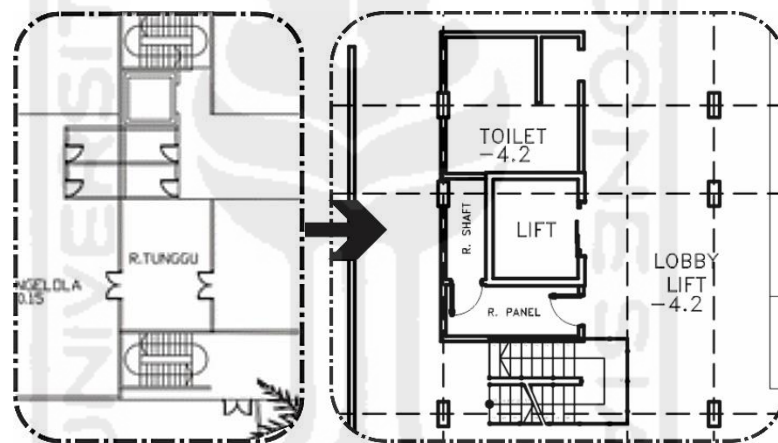
Proses Pengembangan Rancangan



Gambar 5-5 Proses Perubahan Denah Lantai Dasar Sisi Barat

Sumber: Proses Pengembangan Rancangan, 2016

Perubahan denah lantai dasar bagian sisi barat adalah pada bagian ruang publik atau fasilitas umum seperti musholla, foodcourt dan pasar sayur yang semula berderet sejajar dirasa kurang sesuai. Pada tahapan rancangan skematik, pasar sayur dan foodcourt diletakkan pada sisi barat dimana merupakan area yang berhadapan langsung ke area loading dock, dengan luasan yang terlalu besar untuk pasar sayur. Sehingga dalam proses pengembangan rancangan tata layoutnya bagian ini ditata kembali menjadi pasar sayur di tarik ke sisi selatan dan didekatkan dengan agricultural serta ruang pengelola khusus untuk kegiatan pertanian vertikal dan pasar. Kemudian area loading dock ditata bersebelahan dengan ruang operator cctv sehingga pengelola dapat sekaligus memantau pergerakan kendaraan service yang keluar masuk area loading dock.

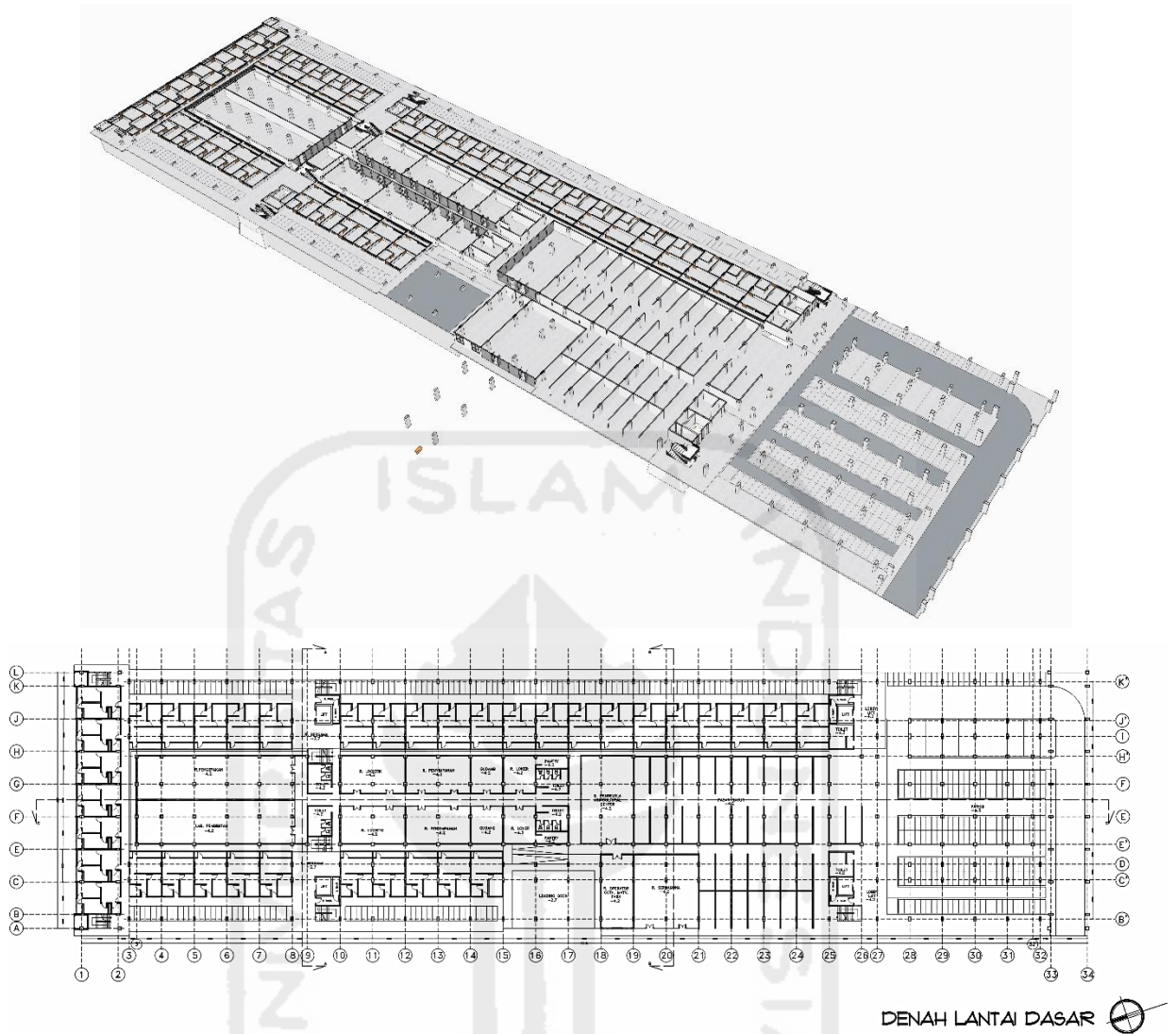


Gambar 5–6 Proses Perubahan Sirkulasi vertikal

Sumber: Proses Pengembangan Rancangan, 2016

Pada bagian sirkulasi vertikal yang terdiri dari tangga hunian, lift, dan tangga pertanian vertikal, mengalami perubahan tata letak. Dengan penambahan lobby lift yang bersinggungan langsung dengan common room (ruang bersama) yang dapat digunakan bersama oleh penghuni.

Hasil Pengembangan Rancangan

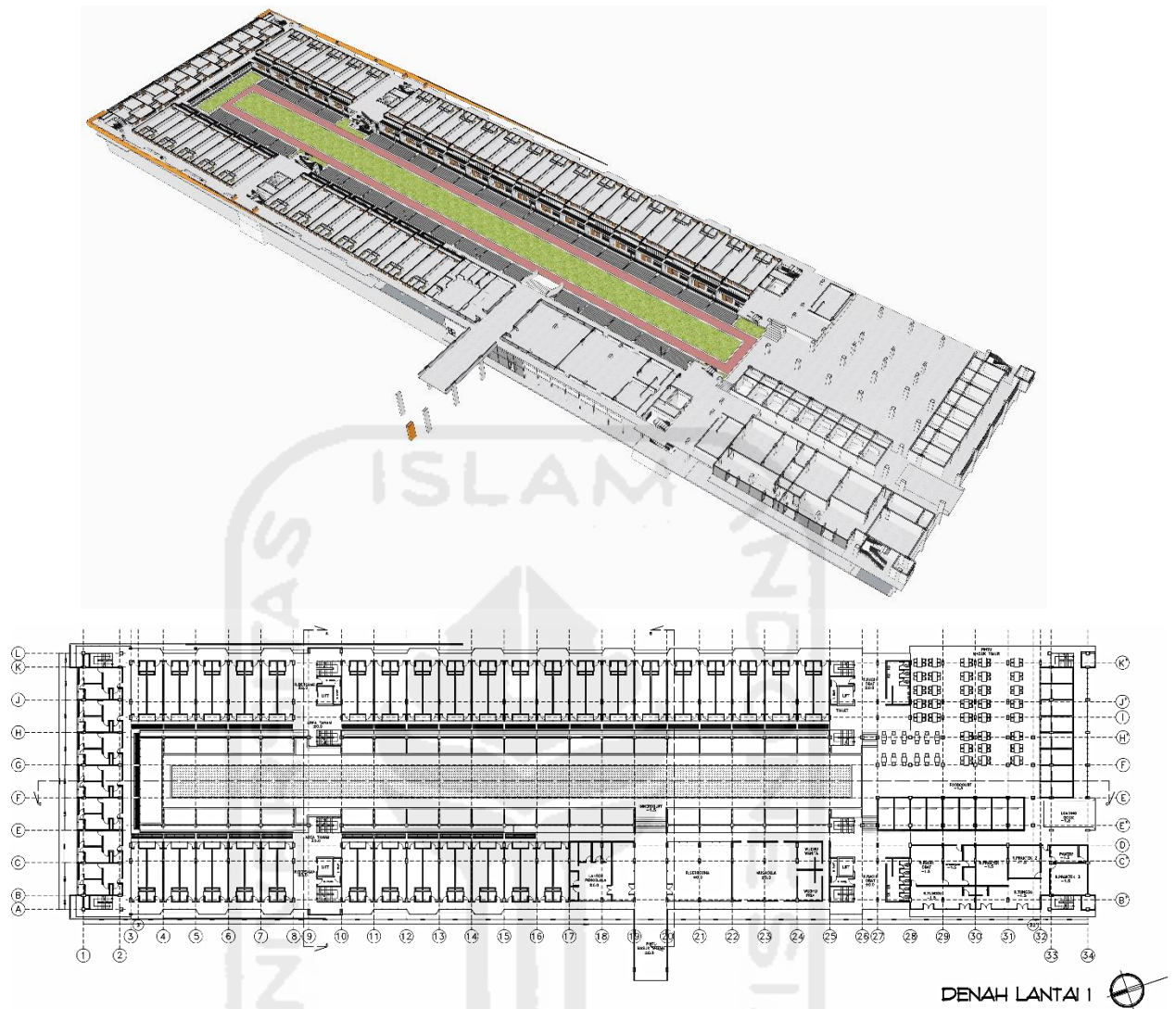


Gambar 5-7 Denah Lantai Dasar

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.4.3 Denah Lantai Pertama

Denah lantai pertama merupakan area entrance masuk ke dalam rusun dimana langsung terkoneksi dari area drop off. Lantai pertama digunakan untuk fasilitas dan ruang-ruang public, *dwelling unit*, serta pelayanan/services seperti front office dimana terdapat kantor pengelola dan fasilitas musholla.

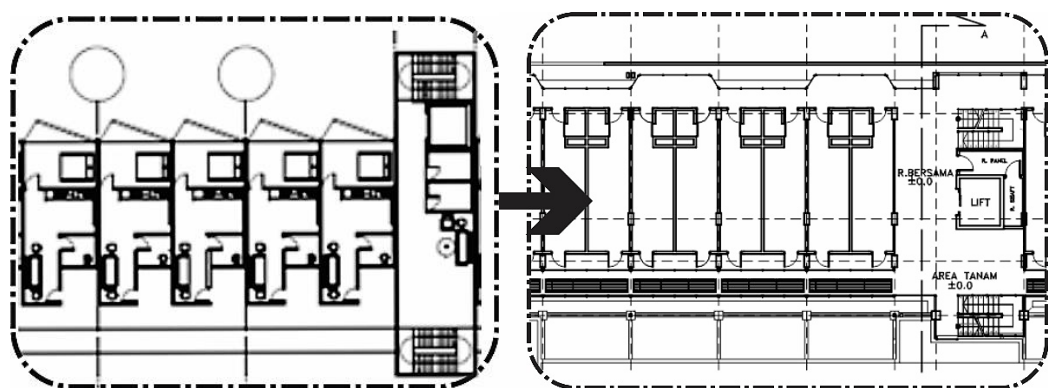


Gambar 5-8 Denah Lantai 1

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.4.4 Modul Kamar pada *Dwelling Unit*

Proses Pengembangan Rancangan



Gambar 5–9 Proses Perubahan Denah Rancangan Modul Kamar

Sumber: Proses Pengembangan Rancangan, 2016

Dalam proses pengembangan rancangan, terdapat perubahan pada modul luasan kamar menjadi tipe 36 m² dan 24 m². Kemudian untuk bagian koridor hunian dan pertanian vertikal yang semula dijadikan satu bersebelahan kemudian diubah menjadi dipisah, yang mana untuk koridor hunian berada disisi luar hunian, sedangkan koridor tanam di sisi dalam bangunan. Hal tersebut dilakukan agar tidak terganggunya kenyamanan penghuni yang banyak melakukan aktivitas di koridor hunian dengan kegiatan pekerja pertanian vertikal.

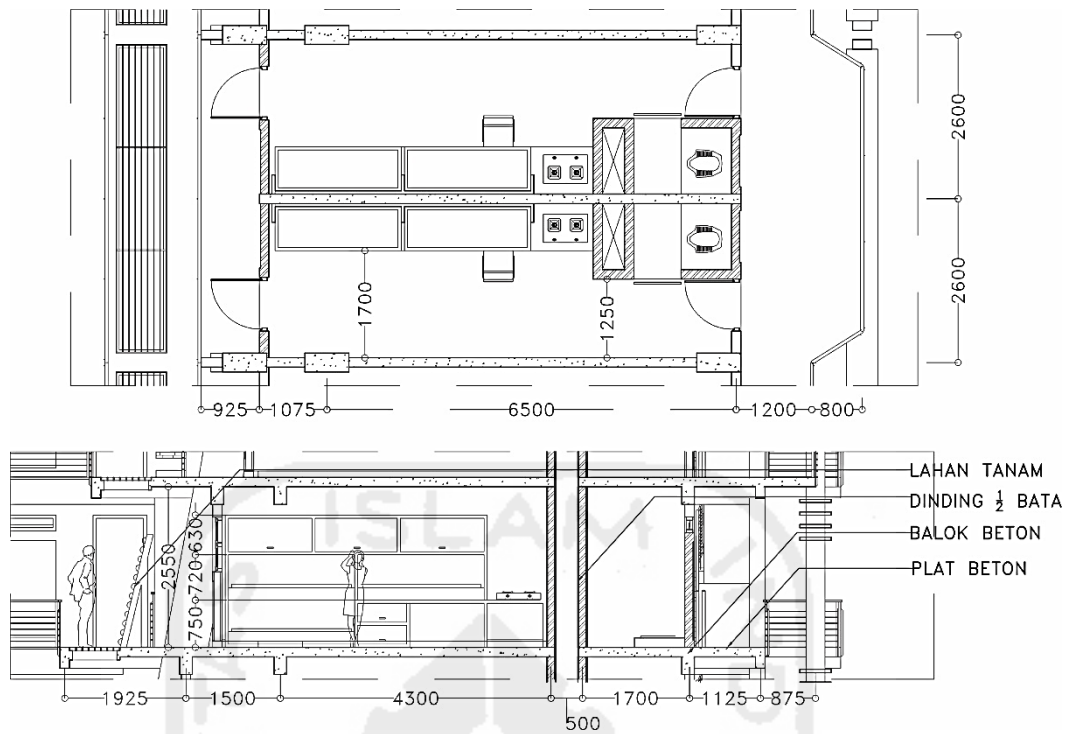
Hasil Pengembangan Rancangan



Gambar 5–10 Perspektif Potongan Modul Dwelling Unit

Sumber: Hasil pengembangan rancangan, 2016

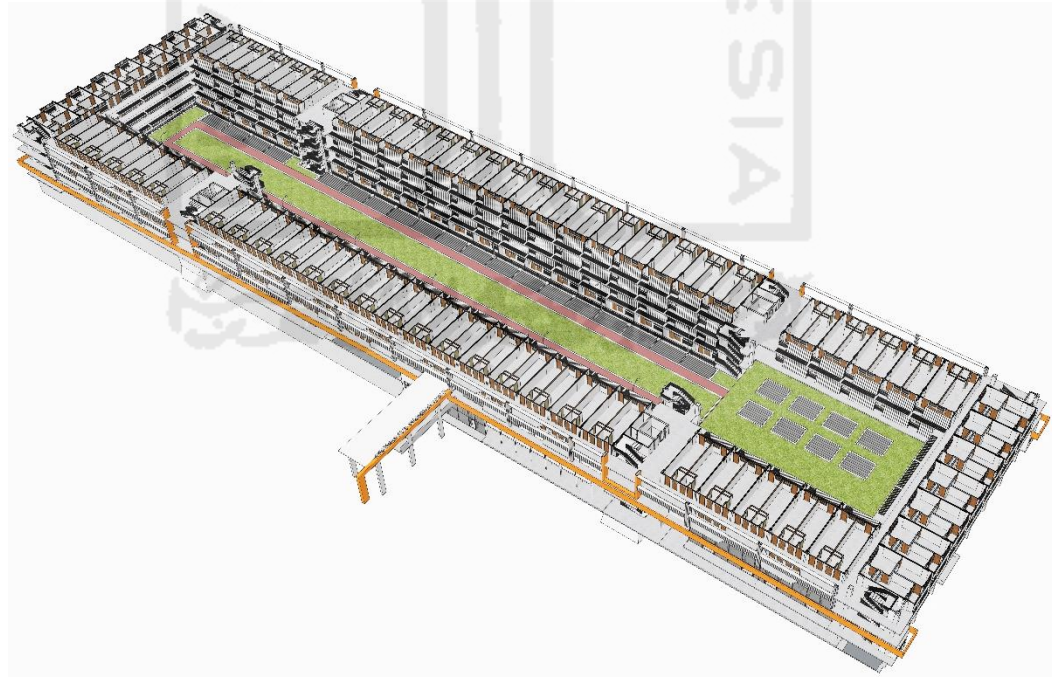
Gambar 5-10 menunjukkan layout pada dwelling unit dengan sistem bunk bed yang dapat menampung 3-4 orang dalam satu unit. Sistem bunk bed ini dipilih sebagai solusi dalam memaksimalkan luas hunian yang kecil namun tetap mempertimbangkan kenyamanan penghuni dan sesuai dengan ketentuan Peraturan Pemerintah tentang luasan minimal hunian rusunawa yakni 24m² untuk ditempati 3-4 orang. Hunian ini juga didesain dengan mempertimbangkan konsep *flexibility* dengan cara penggabungan fungsi dari tempat tidur yang menyatu dengan lemari, dan jika suatu waktu diperlukan luasan kamar yang lebih luas tempat tidur dapat dilipat sehingga dapat menambah luas ruangan.

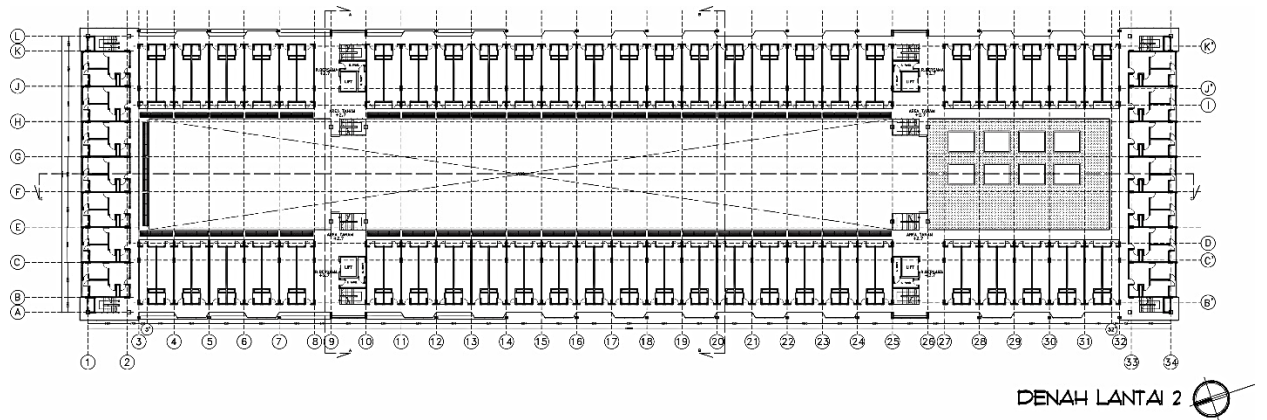


Gambar 5-11 Detail Denah dan Potongan Dwelling Unit

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.4.5 Denah Lantai 2

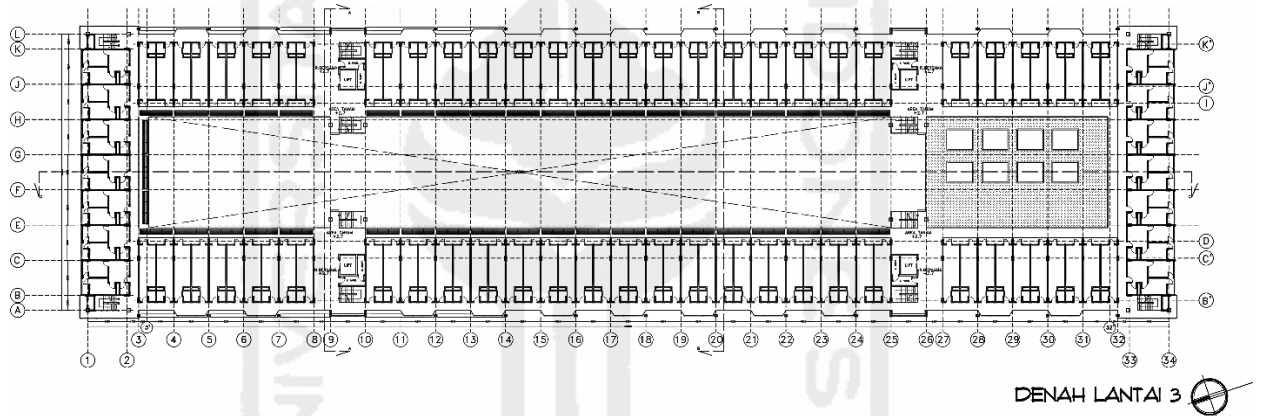




Gambar 5-12 Denah Lantai 2

Sumber: Hasil rancangan, 2016

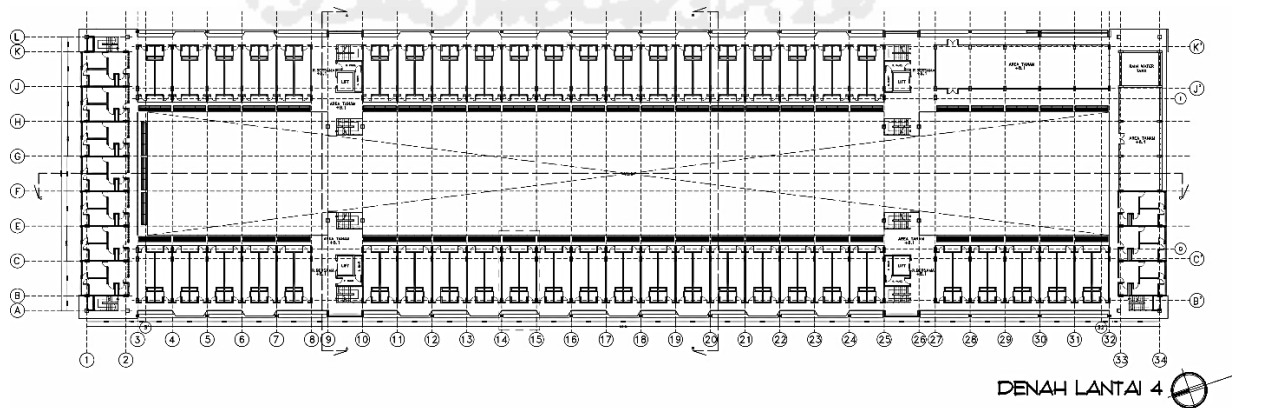
5.4.6 Denah Lantai 3



Gambar 5-13 Denah Lantai 3

Sumber: Hasil rancangan, 2016

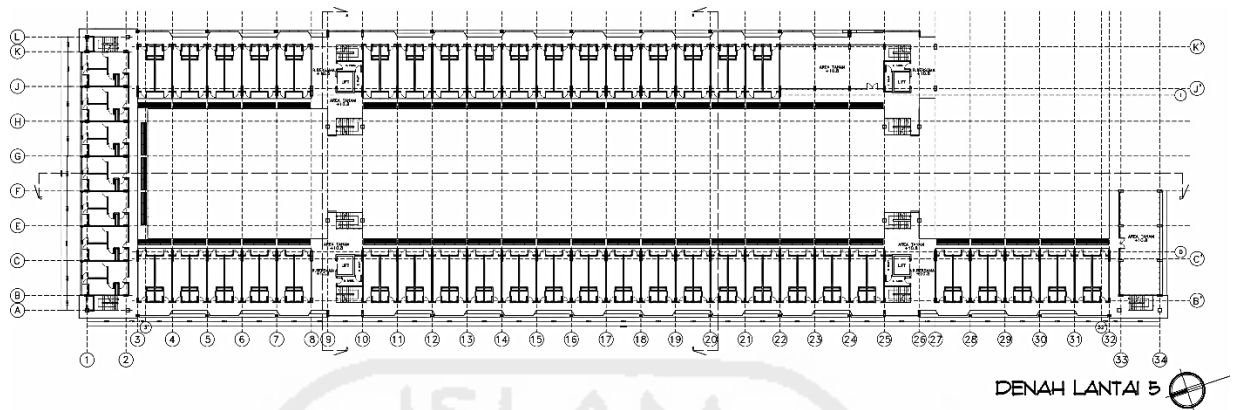
5.4.7 Denah Lantai 4



Gambar 5-14 Denah Lantai 4

Sumber: Hasil rancangan, 2016

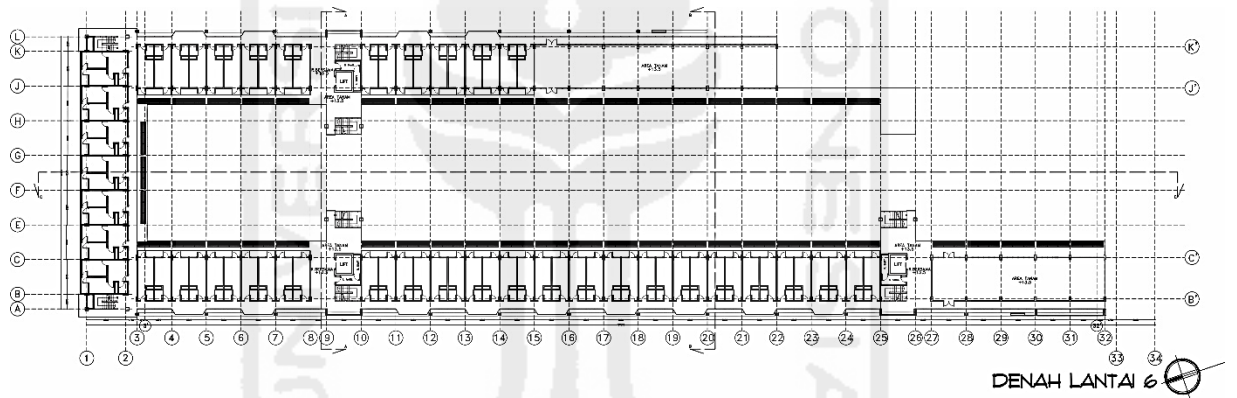
5.4.8 Denah Lantai 5



Gambar 5-15 Denah Lantai 5

Sumber: Hasil rancangan, 2016

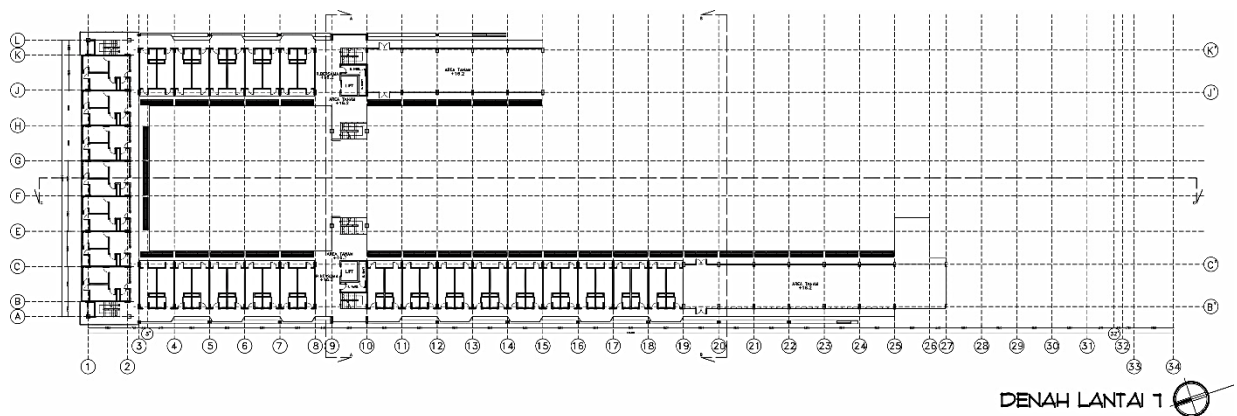
5.4.9 Denah Lantai 6



Gambar 5-16 Denah Lantai 6

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.4.10 Denah Lantai 7



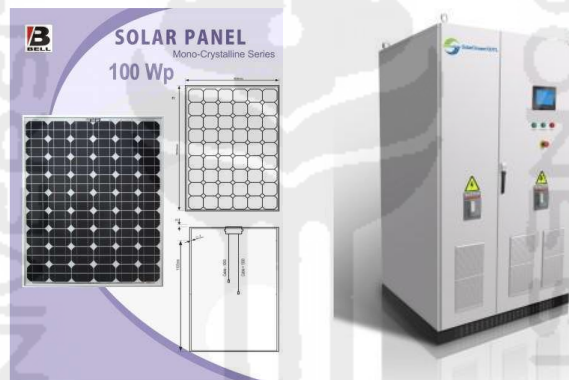
Gambar 5–17 Denah Lantai 7

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.5 Sistem Utilitas Bangunan

Bangunan yang dirancang akan menggunakan 2 sumber energi listrik, yakni sumber listrik dari PLN dan sumber energi mandiri dengan photovoltaic system sementara sumber listrik cadangan berasal dari generator diesel.

Sumber energi alternatif berupa rangkaian 143-144 unit Photovoltaic Panel dengan suplai 27kWh per jamnya, adapun lama penyinaran efektif dalam satu hari di iklim Indonesia adalah 5 jam sehingga dalam satu hari mampu menyuplai energi listrik sebesar 135kWh. Photovoltaic System akan menggunakan merk Bell dengan kapasitas 100Wp, Inverter 100KW dan akan didukung instalasi rangkaian baterai sebesar 100k amperehours.



Gambar 5–18 Solar panel Bell 100wp dan Inverter Solare 100Kw

Sumber: <http://powerbell.indonetwork.co.id> dan www.solarepv.com

Rangkaian solar panel ini dikombinasikan menjadi satu di ruangan Combiner Box yang terletak di atap dan dihubungkan ke Charger pada Battery bank yang terletak di Basement. Generator akan menggunakan Merk Caterpillar Jenis Silent kapasitas 100kVa.

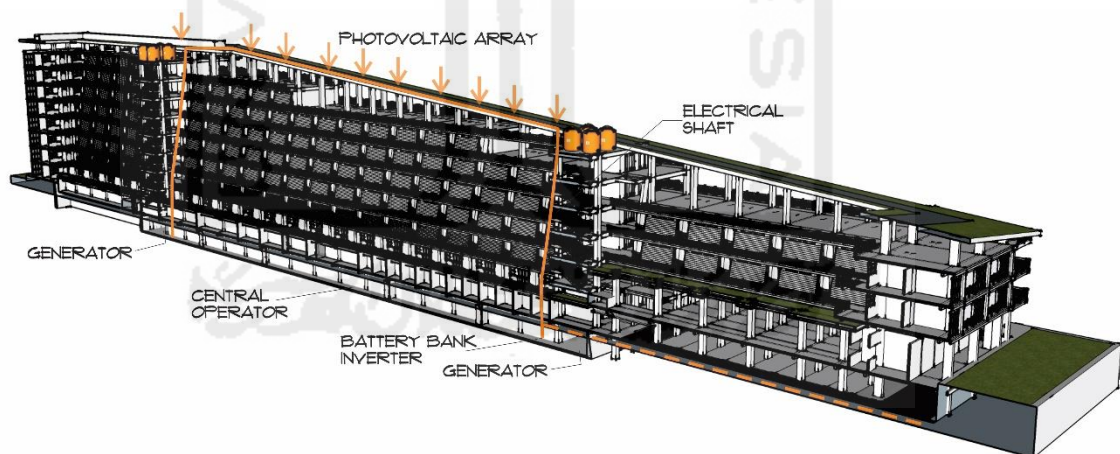


Gambar 5–19 Silent Generator Caterpillar 100kVa

Sumber: <http://www.energypower.com.au>

Jenis selubung ruang yang biasa digunakan untuk jenis generator silent ini adalah terbuka dengan tralis pengaman, Meskipun demikian terdapat pertimbangan lebih mengenai kebisingan dan resiko asap, sehingga ruang utilitas untuk sumber energi cadangan ini dirancang tertutup namun tetap diberikan ventilasi udara.

Utilitas transportasi vertikal lift menggunakan 2 unit lift jenis room-less merk Hyundai dengan kapasitas 11 orang. Alasan pemilihan karena harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan merk yang umum digunakan seperti Otis dan Toshiba dan keunggulan dari penggunaan lift jenis ini lebih efisien terhadap konsumsi energy listrik tahunan sebesar 30%. (Halimawan 2013).



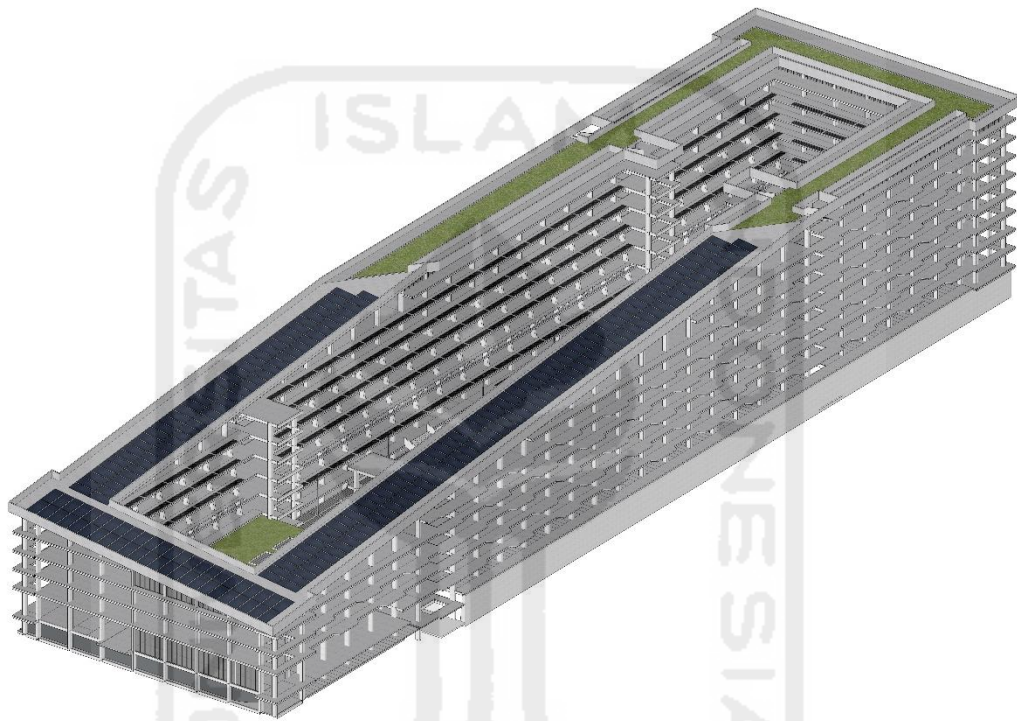
Gambar 5–20 Skema Jaringan Utilitas

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.6 Sistem Struktur

Struktur utama yang dipilih adalah struktur rangka dengan material beton bertulang, karena struktur beton bertulang hingga saat ini dinilai relatif lebih murah

dan kokoh dibandingkan dengan penggunaan struktur Baja. Karena bangunan memiliki bentukan gubahan massa yang massif berbentuk balok persegi panjang, dan rentan terhadap guncangan, maka diselesaikan dengan sistem dilatasi dikeempat sisi blok bangunan. Dilatasi sendiri adalah pemisahan struktur yang fungsinya dapat menahan apabila terjadi guncangan atau getaran, masing-masing struktur akan bergerak mengikuti arah guncangan sehingga dapat menahan agar struktur tetap stabil.



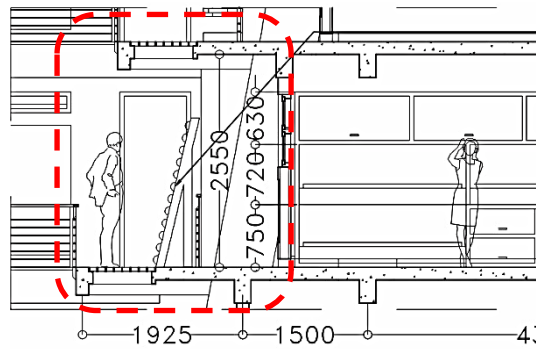
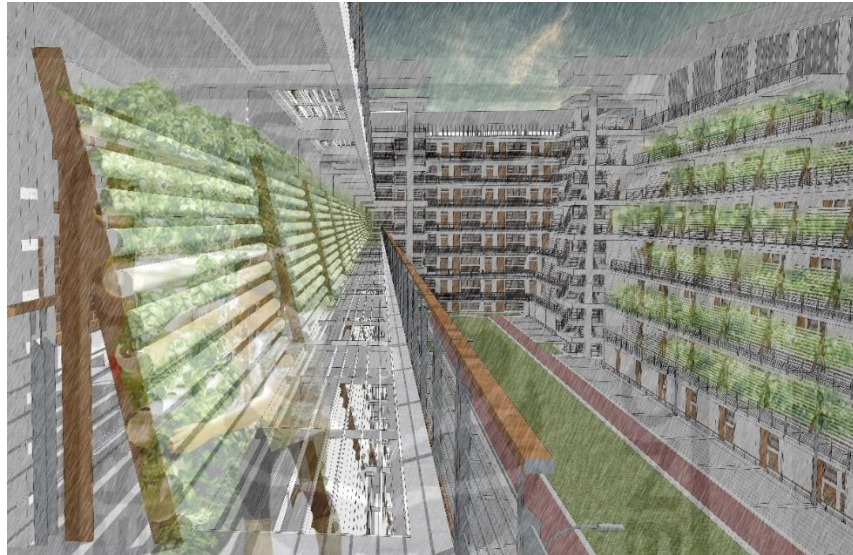
Gambar 5–21 Aksonometri sistem struktur

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.7 Rancangan Selubung Bangunan

5.7.1 Sun-shading terintegrasi Pencahayaan Alami

Tidak sekedar untuk melindungi bukaan dari ekspos sinar matahari langsung, shading pada kamar juga dirancang sedemikian rupa supaya memungkinkan pencahayaan alami (sinar matahari langsung dan lengkung langit) untuk masuk kedalam kamar, dengan cara memantulkan cahaya pada ceiling sehingga diperoleh cahaya yang lebih soft.

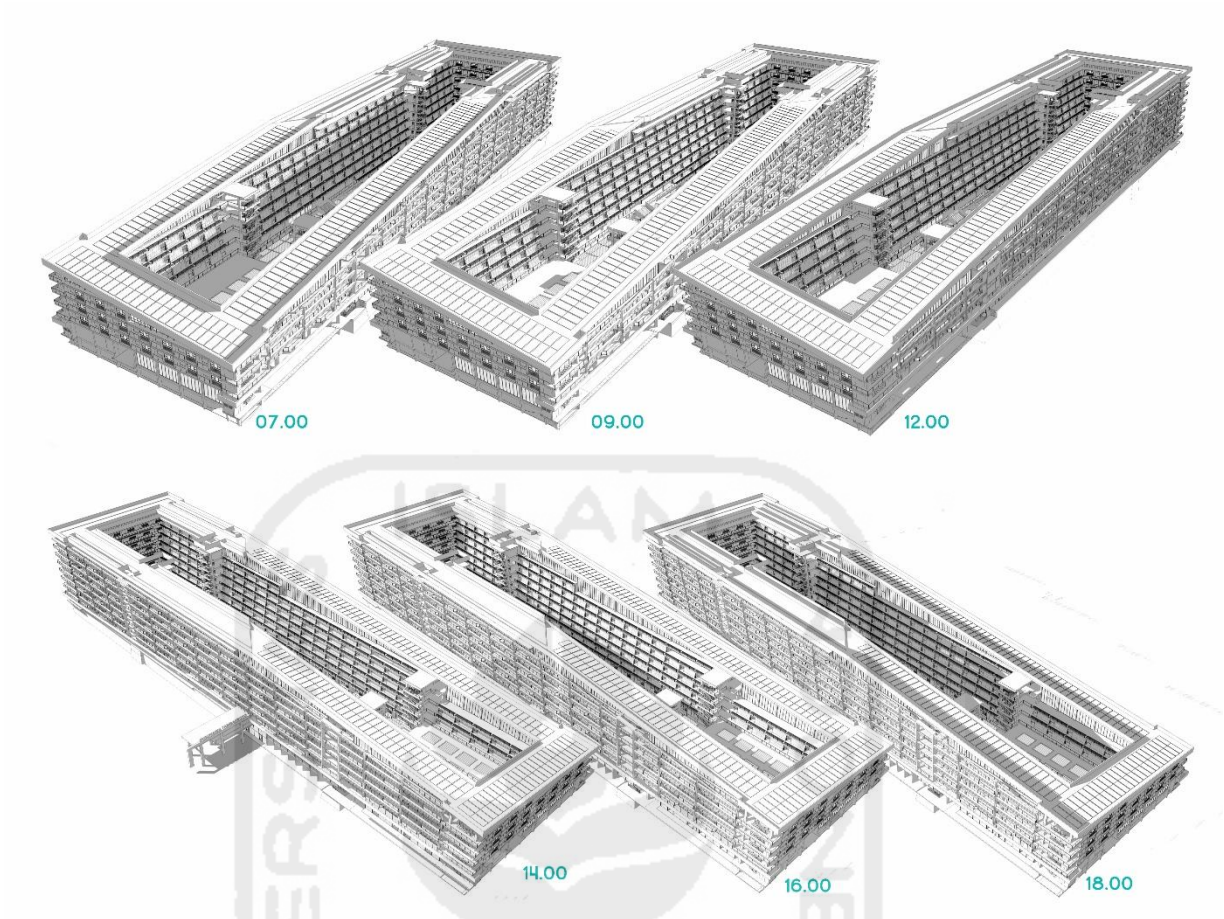


Gambar 5–22 Sun-shading sekaligus area penanaman pertanian vertikal pada selubung dalam bangunan

Sumber: Hasil Rancangan, 2016

5.7.2 Uji Pembayangan Matahari

Uji pembayangan matahari dilakukan untuk mengetahui performa perlindungan matahari pada bangunan, diukur pada 2 titik balik matahari yang merupakan sudut kritis Utara dan Selatan yakni pada tanggal 21 Desember (Titik Balik Matahari Selatan) dan tanggal 21 Juni (Titik balik Matahari Utara) dan diambil pada waktu dimana radiasi matahari mulai tinggi dengan sudut yang dihindarkan (pukul 09.00 dan pukul 15.00).



Gambar 5-23 Uji Pembayangan Matahari dengan software Sketchup

Sumber: Hasil rancangan, 2016

5.8 Property Size Pengembangan Rancangan

DATA LAHAN		
Luas Lahan		11,589
KDB	60%	6,953
KLB	5	34,767

Lantai Basement					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Service	MEE			1,237.6
		R. Genset	2	218.40	437
		R. Pompa	2	149.76	300
		Ground Water Tank	2	68.64	137
		IPAL	1	124.80	125
		R. Operator	1	114.40	114
		R. Biogas	1	124.80	125
2	Common	Sirkulasi			248.6
		R.Tangga	4	9.36	37.4
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	179.92	179.9
3	Service	Lain-Lain			40.6
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI BASEMENT					1,526.7

Lantai Dasar					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			957.8
		R Pengelola	1	117.60	117.6
		Lab. Pembibitan	1	176.75	176.8
		R. Pengepakan	1	176.75	176.8
		R. Penyimpanan	2	62.40	124.8
		R. Logistik	2	62.40	124.8
		Pantry	2	10.40	20.8
		Gudang	2	31.20	62.4
		R. Loker	2	31.20	62.4
		Lavatory 1	2	24.96	49.9
		Lavatory 2	2	20.80	41.6
3	Rentable	Pasar Sayur			608.4
		Kioas Pasar	39	15.60	608.4
4	Rentable	Hunian			1,385.3
		Unit Difable & Keluarga	37	37.44	1,385.3
5	Common	Sirkulasi			1,114.4
		R.Tangga	6	9.36	56.2
		R Tangga Darurat	2	7.93	15.9
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	1,011.21	1,011.2
6	Common	Parkir			1,659.0
		Parkir Difabel	-		346.2
		Parkir	-		1,312.7
7	Common	Kepentingan Umum			413.5
		Toilet Umum	2	15.60	31.2
		Lobby Lift	2	69.81	139.6
		R. Bersama	2	59.97	119.9
		R. Serbaguna	1	122.72	122.7
8	Service	Lain-Lain			290.4
		Shaft Sampah	2	2.20	4.4
		R.Panel	4	6.24	25.0
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		Pos Keamanan	5	5.00	25.0
		R. CCTV,MATV,SOUND	1	61.36	61.4
Loading Dock	1	159.12	159.1		
SUBTOTAL LANTAI DASAR					6,527.6

Lantai 1					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			303.4
		Lahan Tanam		303.39	303.4
2	Rentable	Hunian			1,842.9
		Unit Keluarga	7	37.44	262.1
		Share Unit 1	64	24.70	1,580.8
3	Rentable	Foodcourt			229.8
		Kios	17	13.52	229.8
4	Rentable	Klinik			166.5
		R. Klinik		92.95	93.0
		R.Tunggu	1	48.72	48.7
		Pantry	1	12.80	12.8
		Front Office	1	4.80	4.8
		Kamar Mandi		7.20	7.2
4	Rentable	Apotek			106.1
		R. Racik Obat	1	33.80	33.8
		R. Penyimpanan	1	27.80	27.8
		R.Tunggu	1	30.68	30.7
		Pantry	1	6.00	6.0
		Front Office	1	4.80	4.8
		Kamar Mandi	1	3.00	3.0
4	Common	Kepentingan Umum			400.5
		Musholla	1	148.20	148.2
		R.Serbaguna	1	98.80	98.8
		R Besama	2	45.38	90.8
		Toilet Umum	2	31.37	62.7
5	Service	Kantor Pengelola			98.8
		R. Kerja	1	50.35	50.4
		R.Tunggu	1	31.20	31.2
		Pantry	1	7.13	7.1
		Front Office	1	3.00	3.0
		Kamar Mandi	2	3.56	7.1
6	Common	Sirkulasi			1,626.0
		R.Tangga	8	9.36	74.9
		R.Tangga Darurat	4	7.92	31.7
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	1488.192	1,488.2
7	Service	Lain-Lain			49.4
		Shaft Sampah	4	2.20	8.8
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI 1					4,724.5

Lantai 2					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			497.6
		Lahan Tanam		497.58	497.6
2	Rentable	Hunian			2,994.2
		Unit Keluarga	14	37.44	524.2
		Share Unit 2	100	24.70	2,470.0
3	Common	Sirkulasi			855.2
		R.Tangga	8	9.36	74.9
		R. Tangga Darurat	4	7.92	31.7
		R.Bersama	4	45.38	181.5
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	535.92	535.9
4	Service	Lain-Lain			33.8
		Shaft Sampah	4	2.20	8.8
		R Shaft MEE	4	3.90	
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI 2					4,380.7

Lantai 3					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			511.0
		Lahan Tanam		510.98	511.0
2	Rentable	Hunian			2,864.2
		Unit Keluarga	14	37.44	524.2
		Share Unit 3	100	23.40	2,340.0
3	Common	Sirkulasi			839.9
		R.Tangga	8	9.36	74.9
		R.Tangga Darurat	4	7.92	31.7
		R. Bersama	4	41.55	166.2
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	535.92	535.9
4	Service	Lain-Lain			49.4
		Shaft Sampah	4	2.20	8.8
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI 3					4,264.4

Lantai 4					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			848.6
		Lahan Tanam		848.6	848.6
2	Rentable	Hunian			2,363.4
		Unit Keluarga	10	37.44	374.4
		Share Unit 4	90	22.10	1,989.0
3	Common	Sirkulasi			789.5
		R.Tangga	8	9.36	74.9
		R.Tangga Darurat	3	7.92	23.8
		Lift	4	7.80	31.2
		R.Bersama	4	37.73	150.9
		Sirkulasi	-	508.73	508.7
4	Service	Lain-Lain			102.9
		Shaft Sampah	3	2.20	6.6
		Rain Harvesting Tank	1	55.75	55.8
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI 4					4,104.4

Lantai 5					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			701.2
		Lahan Tanam		701.18	701.2
2	Rentable	Hunian			2,009.3
		Unit Keluarga	7	37.44	262.1
		Share Unit 5	84	20.80	1,747.2
3	Common	Sirkulasi			721.5
		R.Tangga	8	9.36	74.9
		R.Tangga Darurat	3	7.92	23.8
		R.Bersama	4	33.90	135.6
		Lift	4	7.80	31.2
		Sirkulasi	-	456.02	456.0
4	Service	Lain-Lain			47.2
		Shaft Sampah	3	2.20	6.6
		R.Shaft MEE	4	3.90	15.6
		R.Panel	4	6.24	25.0
SUBTOTAL LANTAI 5					3,479.1

Lantai 6					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			807.1
		Lahan Tanam		807.07	807.1
2	Rentable	Hunian			1,432.1
		Unit Keluarga	7	37.44	262.1
		Share Unit 6	60	19.50	1,170.0
3	Common	Sirkulasi			521.5
		R.Tangga	6	9.36	56.2
		R. Tangga Darurat	2	7.92	15.8
		R.Bersama	3	30.08	90.2
		Lift	3	7.80	23.4
		Sirkulasi	-	335.91	335.9
4	Service	Lain-Lain			170.0
		Shaft Sampah	2	2.20	4.4
		R. Batery Inverter	2	67.60	135.2
		R.Shaft MEE	3	3.90	11.7
		R.Panel	3	6.24	18.7
SUBTOTAL LANTAI 6					2,930.7

Lantai 7					
No	Tipe Area	Nama Ruang	Jumlah Ruang	Luas (m2)	Luas Total
1	Rentable	Agriculture Center			760.0
		Lahan Tanam		760.02	760.0
2	Rentable	Hunian			953.7
		Unit Keluarga	7	37.44	262.1
		Share Unit 7	38	18.20	691.6
3	Common	Sirkulasi			420.5
		R.Tangga	4	9.36	37.4
		R.Tangga Darurat	2	7.92	15.8
		R.Bersama	2	26.3	52.5
		Lift	2	7.80	15.6
		Sirkulasi	-	299.16	299.2
4	Service	Lain-Lain			24.7
		Shaft Sampah	2	2.20	4.4
		R.Shaft MEE	2	3.90	7.8
		R.Panel	2	6.24	12.5
SUBTOTAL LANTAI 7					2,158.9

TOTAL AREA TERBANGUN			34,096.9
	Rentable	66%	22,342.4
	Common	28%	9,609.9
	Service	6%	2,144.7

5.9 Rancangan Eksterior Bangunan



Gambar 5–24 Perspektif sisi barat daya

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–25 Perspektif dalam innercourt bangunan

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–26 Perspektif Bangunan

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–27 Perspektif Bangunan

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–28 Tampak Barat

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–29 Tampak Timur

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–30 Tampak Utara

Sumber: hasil rancangan, 2016



Gambar 5–31 Tampak Selatan

Sumber: hasil rancangan, 2016

BAB 6

HASIL EVALUASI RANCANGAN

6.1 Kesimpulan Review Evaluatif Pembimbing dan Penguji

Pada bab ini, evaluasi rancangan dilakukan dengan tujuan untuk mengecek solusi desain yang diterapkan pada hasil rancangan. Adapun beberapa masukan dari Pembimbing dan Penguji yang telah penulis rangkum untuk selanjutnya direspon dengan memperbaiki beberapa bagian yang dirasa kurang tepat dan maksimal.

6.1.1 Pengembangan Analisis Studi Kelayakan

Pada bagian analisis studi kelayakan yang telah dilakukan pada bagian sebelumnya menunjukkan harga konstruksi fisik yang kurang rasional, sehingga dilakukan perhitungan ulang dengan mengacu kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi dengan ketentuan sebagai berikut:

B	BIAYA LAHAN & PSU LINGKUNGAN	5,875,000,000
1	Biaya lahan	5,000,000,000
2	Biaya PSU Lingkungan	875,000,000
C	Harga Dasar Rusuna (A+B)	46,618,204,668
D	Harga real cost 1 unit rusun (A.3 / jumlah unit)	118,360,179
	Harga real cost bangunan /m2(A.3 / luas bangunan)	2,206,301
E	Harga 1 unit rumah susun (C / jumlah unit)	166,493,588
	Harga bangunan /m2 (C / luas bangunan)	3,103,535

Gambar 6–1 Perhitungan Harga Jual Rusunawa 8 Lantai

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum

Gambar diatas menunjukkan bahwa harga konstruksi fisik bangunan per m² dengan jumlah lantai sebanyak 8 lantai adalah Rp 2.206.301,00. Oleh karena itu, setelah melalui perhitungan ulang didapatkan penetapan harga konstruksi fisik bangunan per m2 pada bangunan rusunawa yang dirancang adalah sebesar Rp 3.087.502,00. *(Gambar 6-2 hanya menunjukkan hasil perhitungan, perhitungan secara lengkap akan disertakan pada lampiran)*

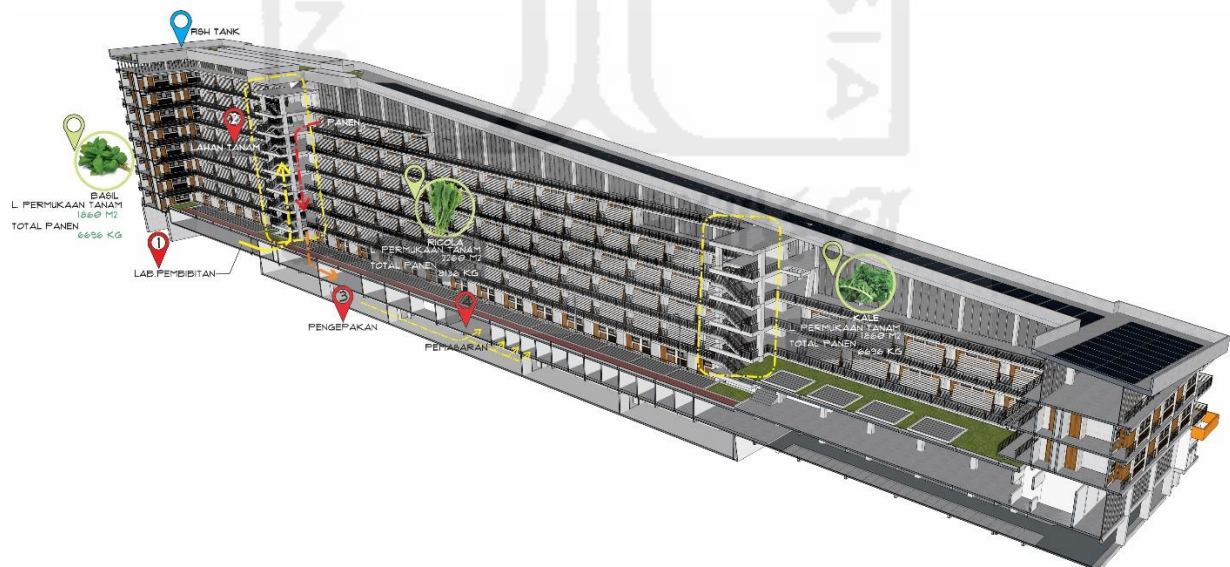
Jasa Arsitek dan Insinyur	5%	107,343,199,956	5,367,159,998
SUB JUMLAH MANAJEMEN PROYEK			16,101,479,993
TOTAL INVESTMENT			148,887,025,687
G PAY BACK PERIOD: (F)/(E)		12 TAHUN	
Harga real cost bangunan/m2			3,087,502.52
Harga bangunan/m2			4,282,423.73

Gambar 6–2 Perhitungan Harga Konstruksi Fisik Bangunan Pada Perancangan

Sumber: Hasil evaluasi rancangan, 2017

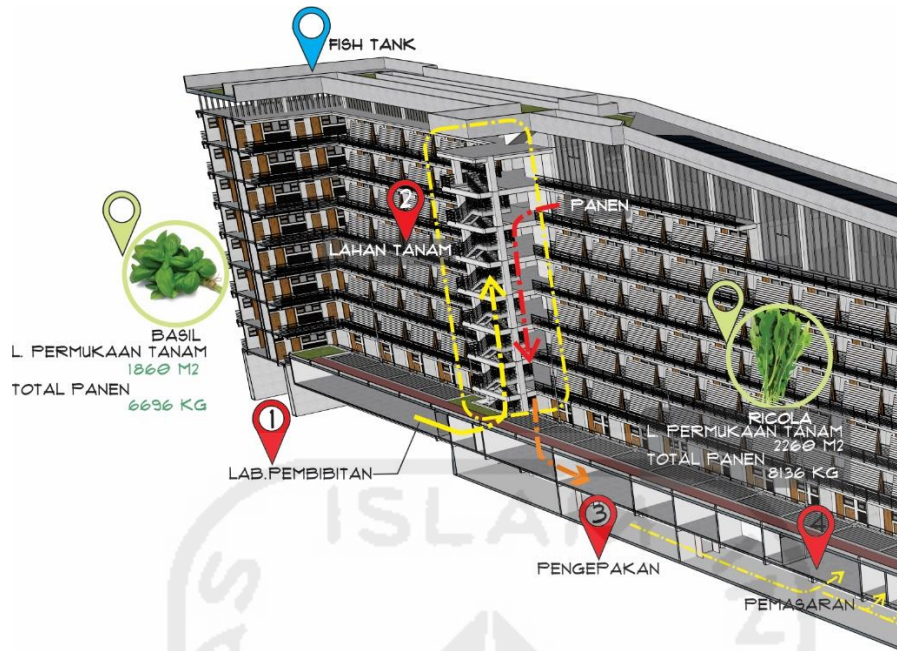
6.1.2 Operasional Pertanian Vertikal

Pada sistem operasional pertanian vertikal, dimulai di lab pembibitan yang terletak pada lantai dasar. Pertama-tama, benih yang disemai pada media rockwool selama beberapa hari dipindahkan ke media tanam yang berada di sisi dalam bangunan (pada selubung fasad) jika telah muncul tunas. Setelah panen, kemudian hasil panen dipindahkan melalui sirkulasi vertikal khusus kegiatan pertanian menuju ke area agricultural center untuk dilakukan tahap pengepakan. Lalu hasil dari pengepakan dipasarkan melalui pasar sayur ataupun didistribusikan/dijual keluar rusun pada masyarakat.



Gambar 6–3 Skema operasional pertanian vertikal

Sumber: Hasil evaluasi rancangan, 2017



Gambar 6-4 Penempatan tanaman pada pertanian vertikal

Sumber: Perbesaran dari gambar 6-3

Sesuai dengan pembuktian tentang kebutuhan lama penyinaran matahari pada tanaman, sebelah barat yang mendapatkan penyinaran matahari penuh ditempatkan tanaman basil yang memiliki kriteria tumbuh dengan kebutuhan matahari full (yakni 6-8 jam). Kemudian sebelah timur untuk tanaman ricola/rocket yang membutuhkan penyinaran matahari parsial. Sedangkan untuk tanaman kale ditempatkan pada area indoor, karena tanaman kale membutuhkan suhu rendah untuk berkembang dengan baik. Area indoor juga dapat disesuaikan suhu ruangnya sehingga dapat memaksimalkan tumbuh kembang dari tanaman kale agar dapat menghasilkan tanaman yang berkualitas.

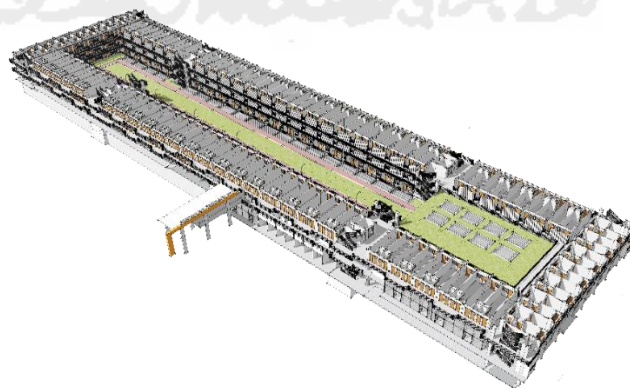


Gambar 6-5 Penempatan tanaman pada pertanian vertikal

Sumber: Perbesaran dari gambar 6-3

6.1.3 Solusi Monotonitas dari Bentuk Bangunan yang Panjang

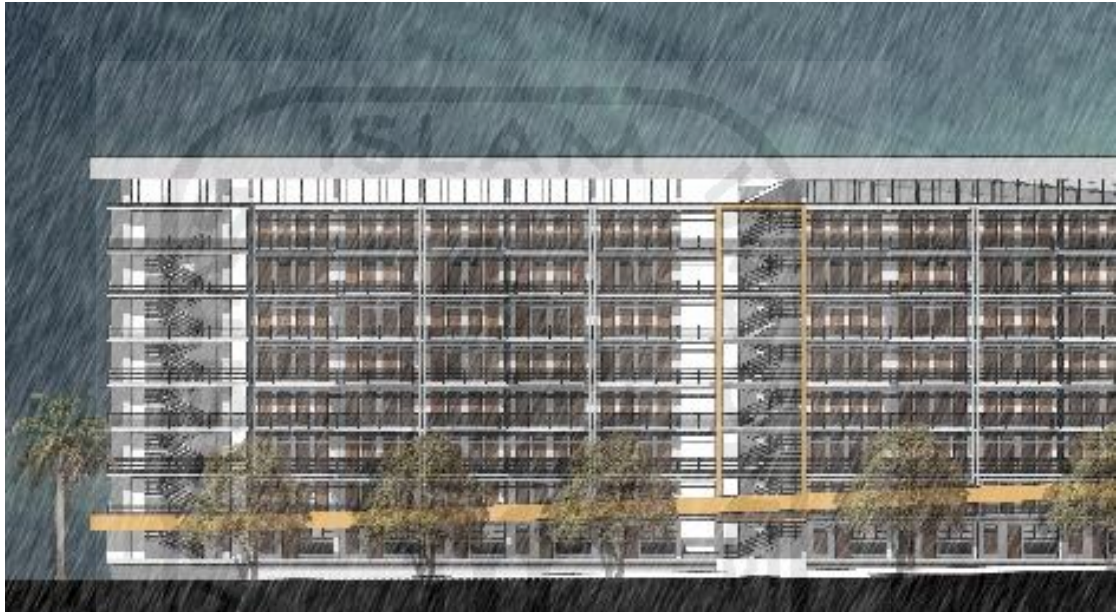
Dapat dilihat dari denah yang telah dibahas di bagian 5 diketahui bahwa panjang bangunan total 160 meter. Berbagai upaya yang ada telah dilakukan untuk mengatasi panjang bangunan tersebut, salah satunya pemisahan struktur serta meletakkan 4 core pada sisi panjang bangunan. Namun hal tersebut masih menimbulkan monotonitas di sepanjang koridor yang dilalui penghuni. Untuk mengatasi monotonitas tersebut dilakukan penambahan balkon bersama yang berbentuk trapesium agar monotonitas tersebut setidaknya dapat dikurangi. Balkon bersama tersebut ditempatkan secara beselang-seling antar lantai.



Gambar 6-6 Penambahan balkon bersama

Hasil evaluasi rancangan, 2017

Penambahan balkon bersama tersebut selain berpotensi menjadi ruang publik juga dapat mengurangi dampak monotonitas akibat bentuk bangunan yang terlalu panjang. Penyelesaian ini juga dengan penggunaan shading-shading horizontal serta elemen-elemen penegas yang berada di bagian sirkulasi vertikal sehingga bangunan seperti dipisahkan menjadi 3 bagian.



Gambar 6-7 Perbesaran fasad bangunan

Hasil evaluasi rancangan, 2017



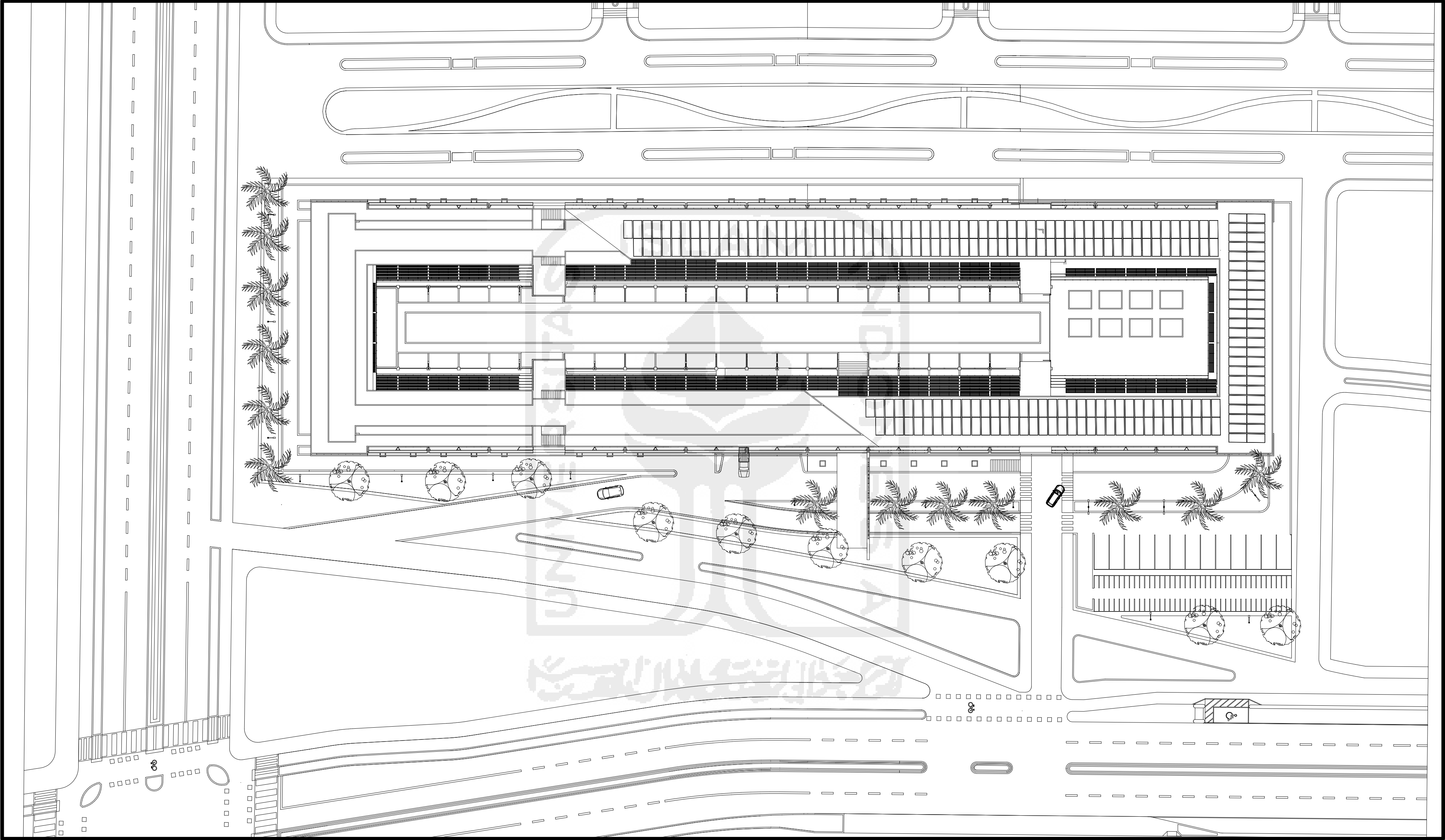
Gambar 6-8 Koridor Penghuni

Hasil evaluasi rancangan, 2017

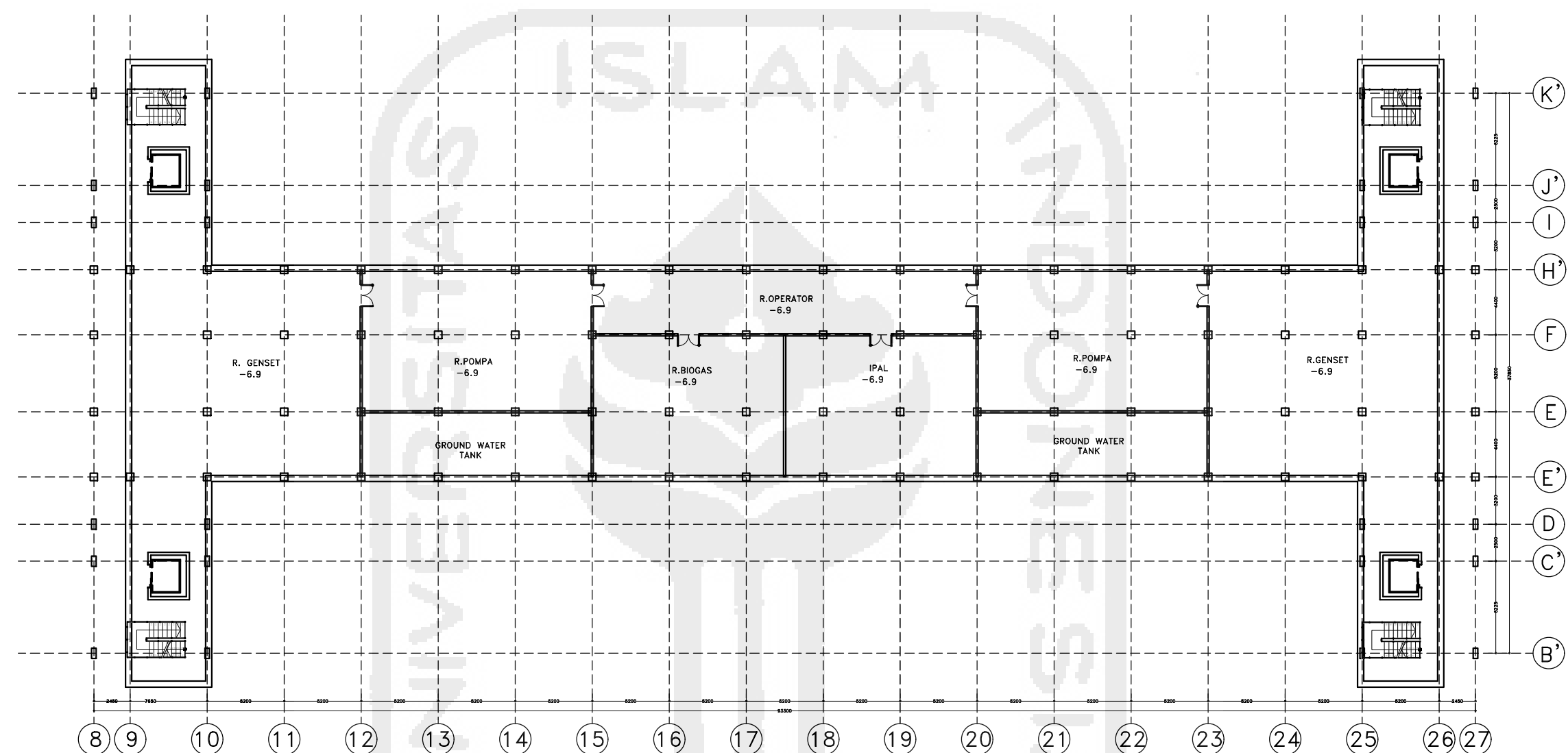
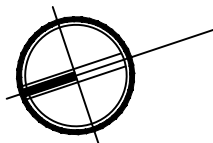
DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Riall. 2014. *Partisipasi Masyarakat Dalam Penyusunan Rencana Pengembangan Kawasan Candi Gebang, Embung Tambakboyo, Dan Stadion Maguwoharjo (Gebangtambakharjo)*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Banerjee, Chirantan. 2014. "Up, Up and Away! The Economics of Vertical Farming." *Journal of Agriculture Studies* Vol.2 No 1 40-60.
- Boake, Terri Meyer. 2003. *Understanding the Principles of the Double Façade System*. Canada: University of Waterloo.
- Bumiputera, Bintang. 2015. *"Growtopia" Studio Perancangan Arsitektur 7*. Yogyakarta: Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia.
- Ching, Francis D.K. 1999. *Arsitektur : Bentuk, Ruang & Susunanya. Edisi Ke Tujuh*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Denny, Z. 1999. "Pemahaman Perubahan Pemanfaatan Lahan Kota Sebagai dasar Bagi Kebijakan Penanganannya." *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota ITB* Vol.19 No.2/Juni 108-124.
- Ditjen, Penyediaan Perumahan. 2016. *Standar Besaran dan Tata Ruang Rumah Susun*. Yogyakarta: Ditjen Penyediaan Perumahan, Program dan Anggaran Direktorat Rumah Susun.
- Fuller, Moore. 1993. *Environtmental Control System : Heating, Cooling, Ventilating*. Mc Graw-Hill College.
- Giryasih, Sri Rum. 2001. "Gejala Urban Sprawl Sebagai Pemicu Proses Densifikasi Permukiman di Daerah Pinggiran Kota (Urban Fringe Area) Kasus Pinggiran Kota Yogyakarta." *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* Vol.12 No.1/Maret.
- Halimawan, Adiansyah. 2013. *Youth Hostel di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Handoyo, Purwo. 2014. *Perubahan Daya Dukung Lingkungan Di Wilayah Pinggiran Kota: Kasus : Kecamatan-Kecamatan Yang Berbatasan Dengan*

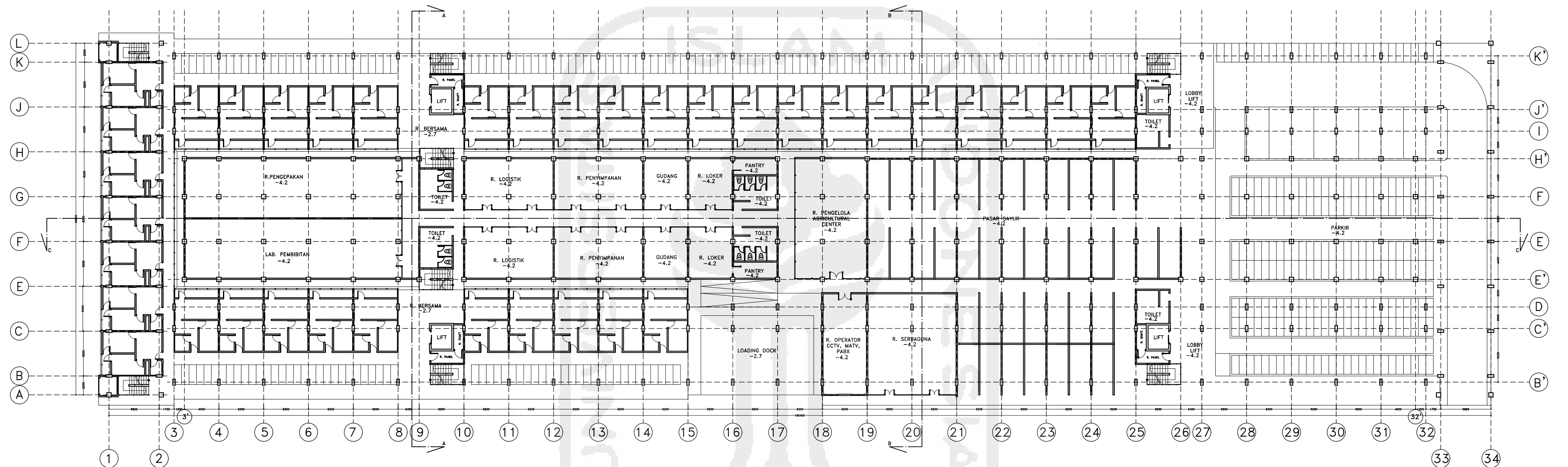
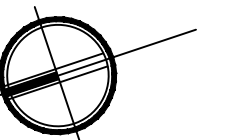
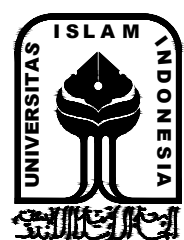
- Kota Yogyakarta, Tahun 1990 – 2008. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Huriarti, Noni. 2008. *Perkembangan Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta Tahun 1992-2006*. Depok: Universitas Indonesia.
- Lechner, Robert. 2015. *Heating, Cooling, Lighting Sustainable Methods for Architect 4th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Roberto, Keith. 2000. *How to Hydroponics*. New York: Future Garden, Inc.
- Sembiring, Gracea Elyda dan Utomo Christiono. 2015. “Analisa Biaya Tetap dan Variabel pada Penetapan Harga Pokok Sewa Apartemen di Yogyakarta.” *Jurnal Teknik ITS Vol.4, No.2* 59-64.
- Setyorini, Beti. 2012. *Analisis Kepadatan Penduduk dan Proyeksi Kebutuhan Permukiman Kecamatan Depok Sleman Tahun 2010-2015*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- SPARK. 2014. *Arch Daily*. 1 December. Diakses October 2, 2016. . <http://www.archdaily.com/573783/spark-proposes-vertical-farming-hybrid-to-house-singapore-s-aging-population-2>.
- Syamsiar, Siti. 2013. “Produksi Beras Dan Ketersediaan Sumber Daya Lahan Pertanian Dalam Rangka Memperkuat Kemandirian Pangan Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.” *Hurnal SEPA Vol.9 No.2 Februari* 183-189.
- Umum, Menteri Pekerjaan. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi*. Jakarta.
- Vancouver, City of. 2009. *Passive Design Toolkit*. Vancouver.
- Yunanto, Peda Bayu. 2016. *Rusunawa Pekerja Komuter Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia .



 <div>TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</div>	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING <i>Ir. Etik Mufida, M.Eng</i>	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR <i>SITUASI</i>	SKALA <i>1 : 450</i>	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
				NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
				NO. MHS	12512182					
				TANDA TANGAN						



 TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING <i>Ir. Etik Mufida, M.Eng</i>	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR DENAH LANTAI BASEMENT	SKALA 1 : 350	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
				NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
				NO. MHS	12512182					
				TANDA TANGAN						



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI DASAR

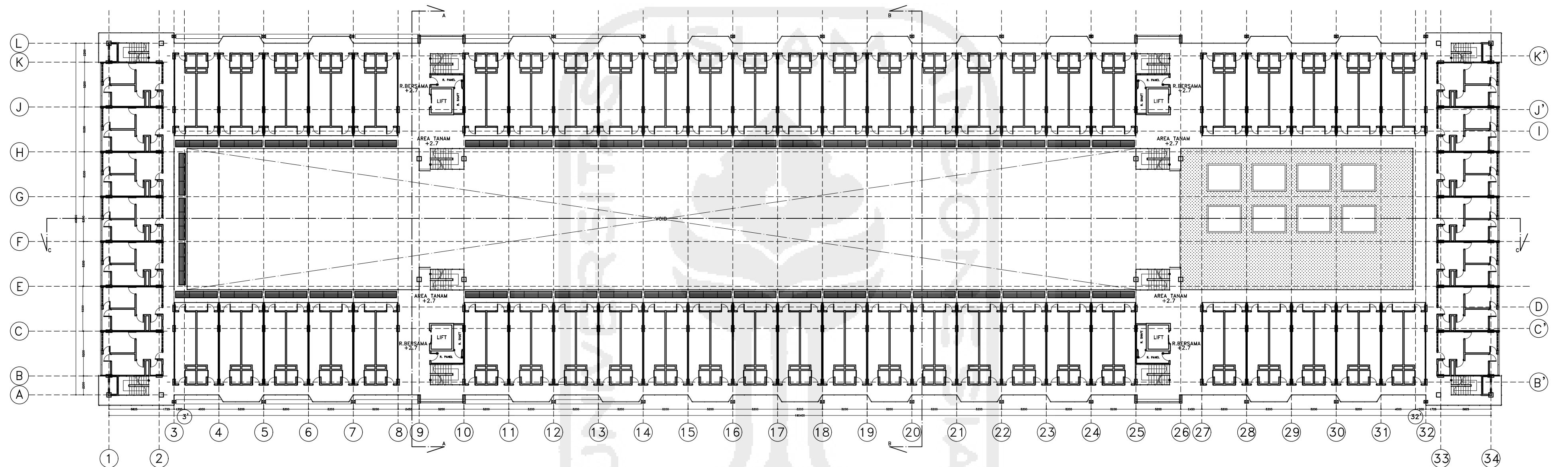
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 2

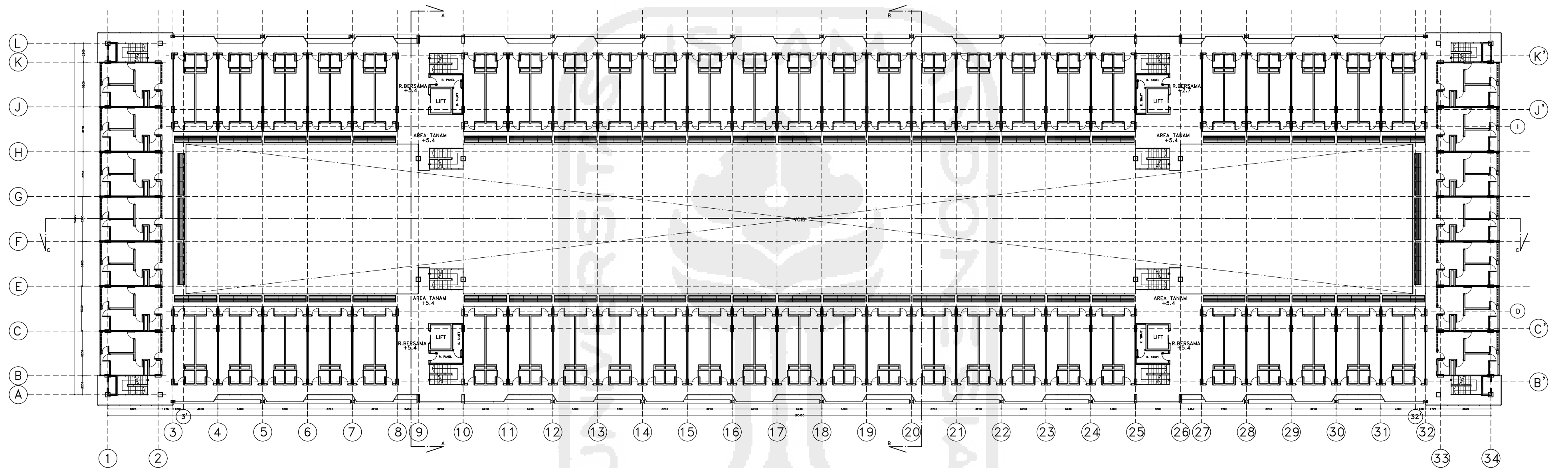
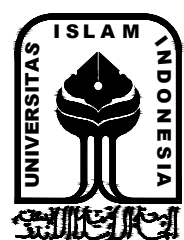
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 3

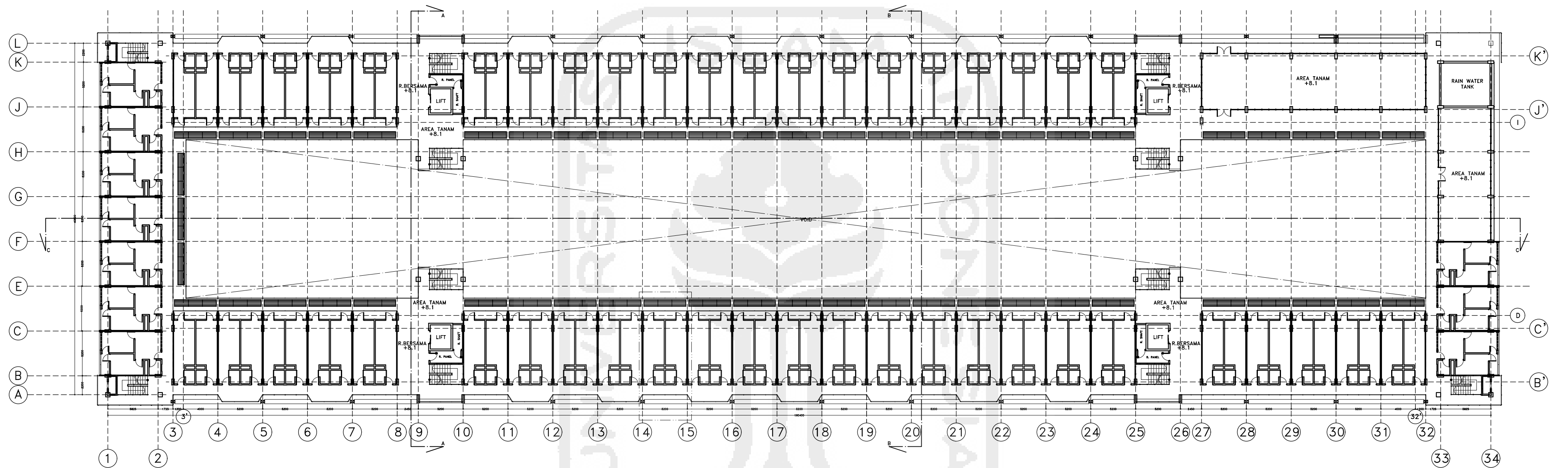
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 4

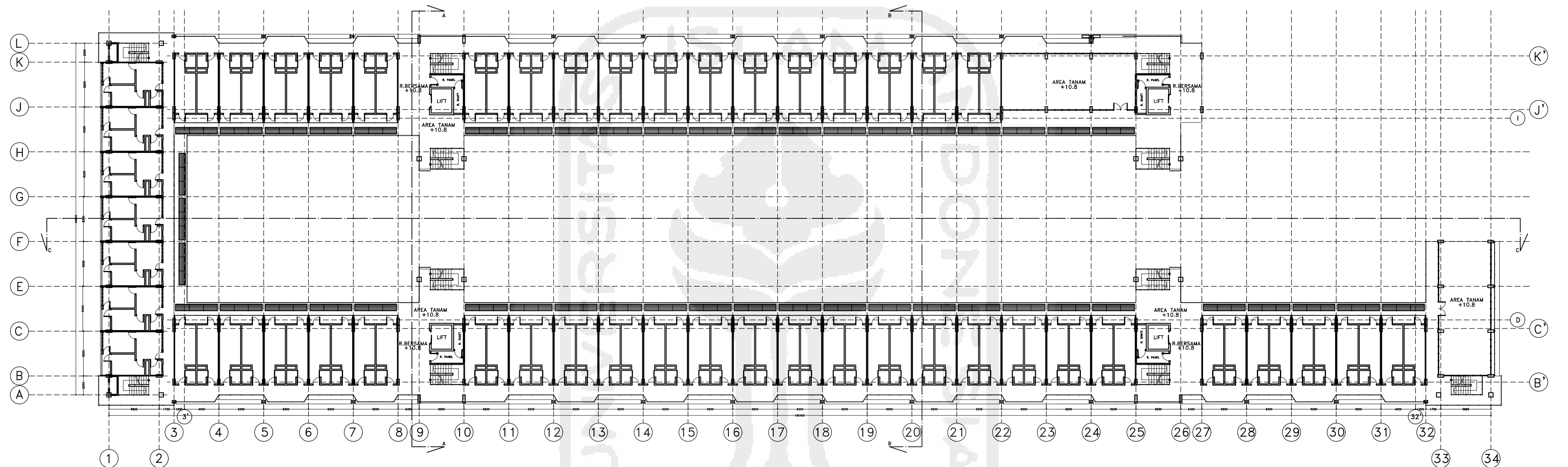
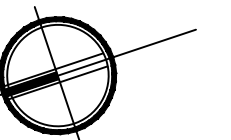
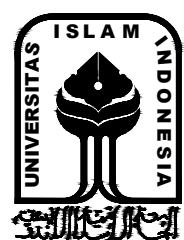
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 5

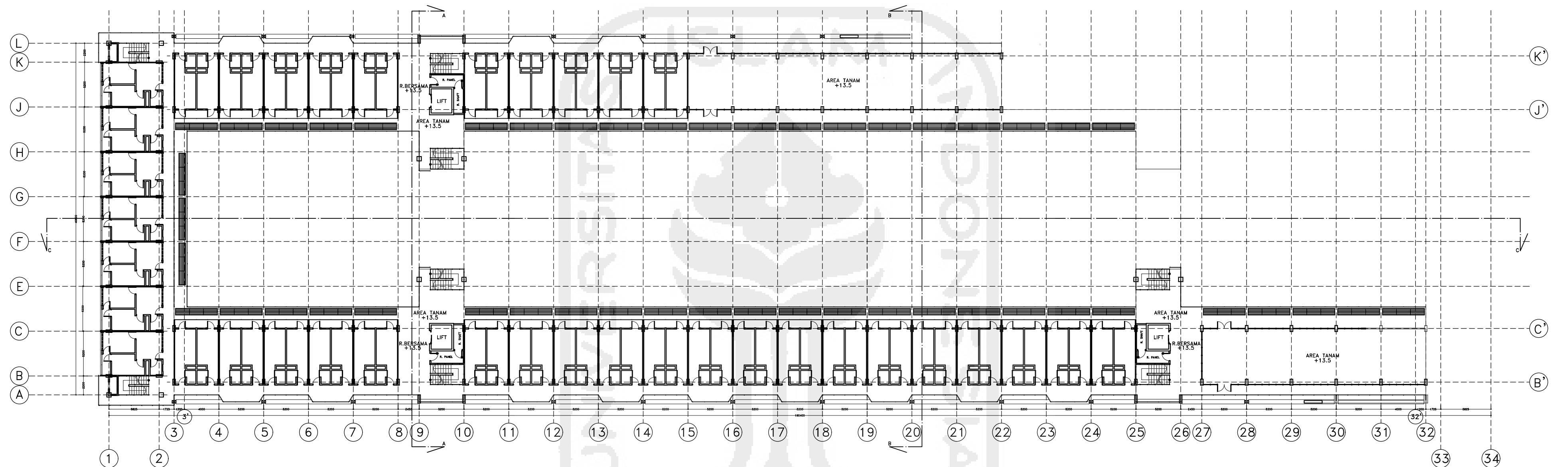
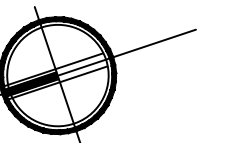
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 6

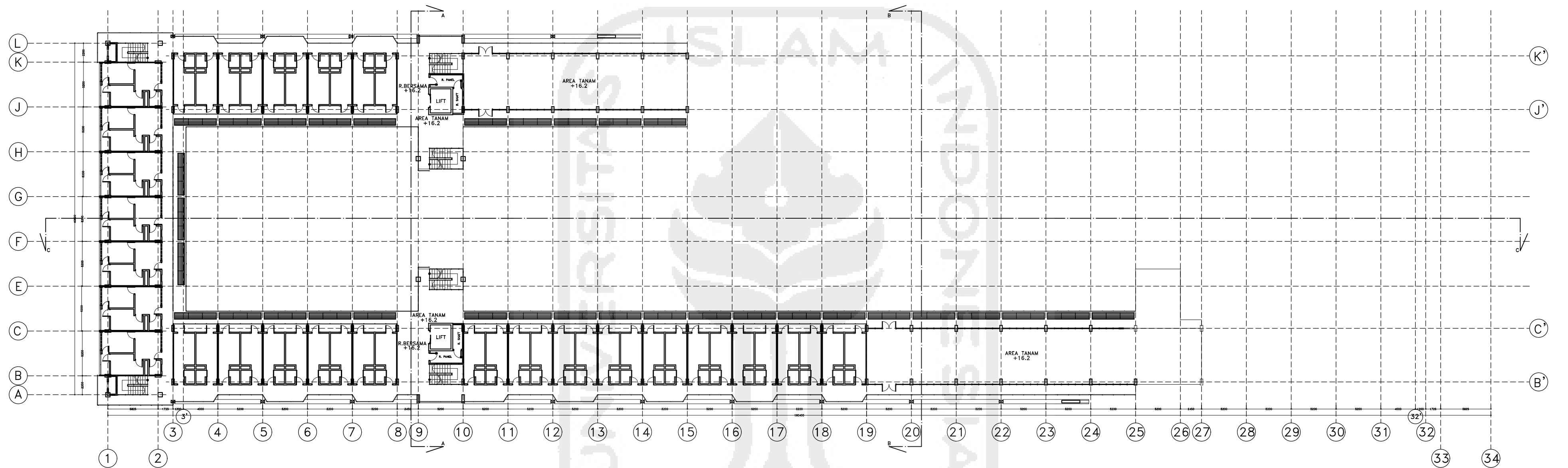
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 7

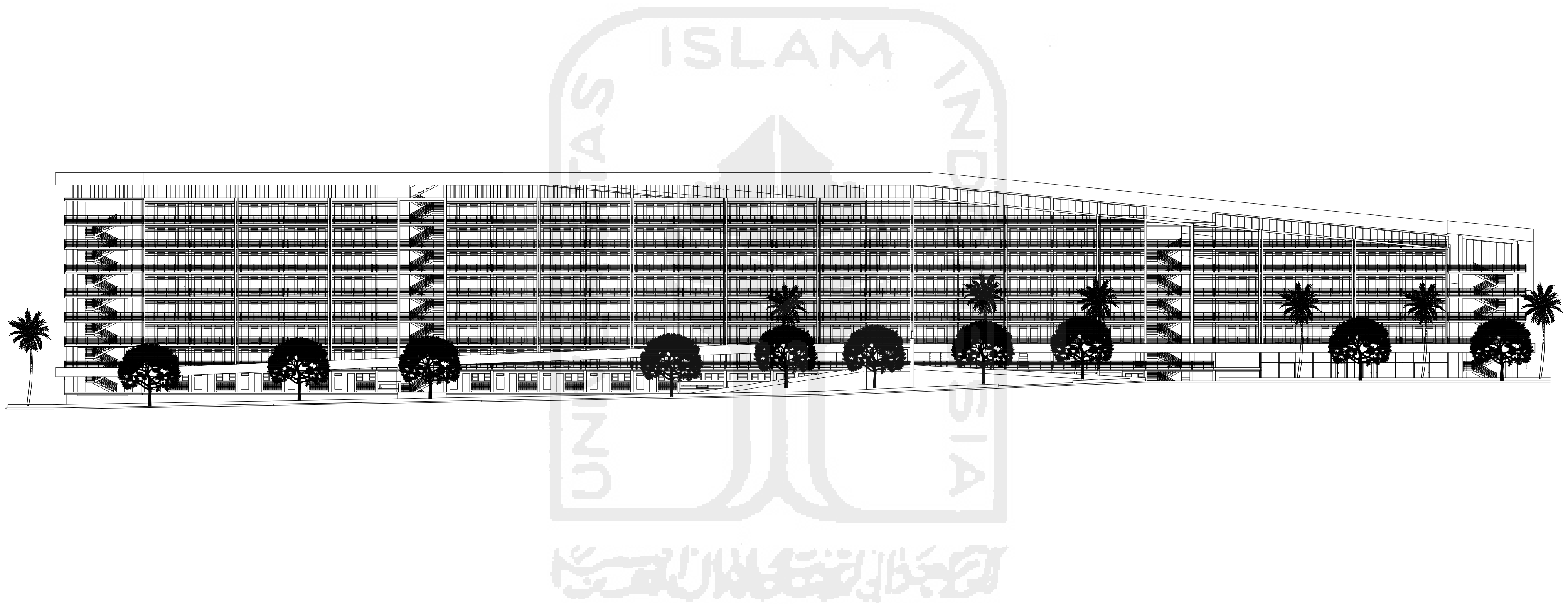
SKALA

1 : 350

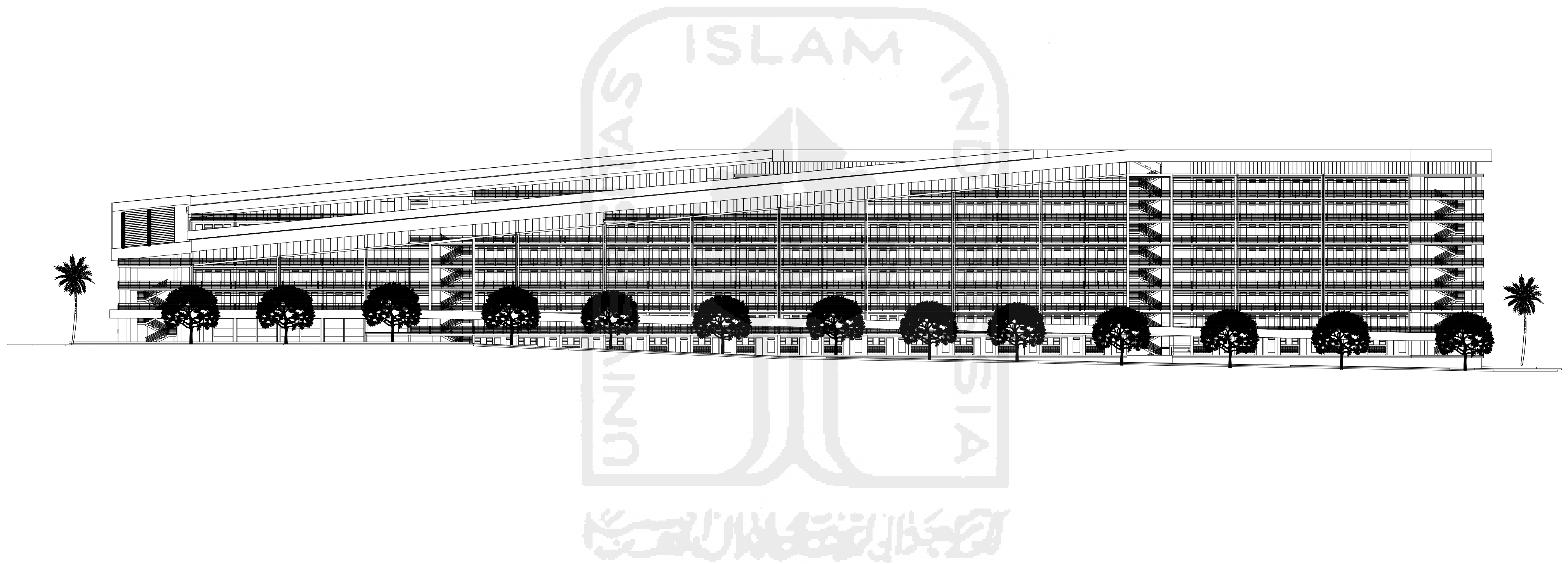
NO. LBR

JML LBR

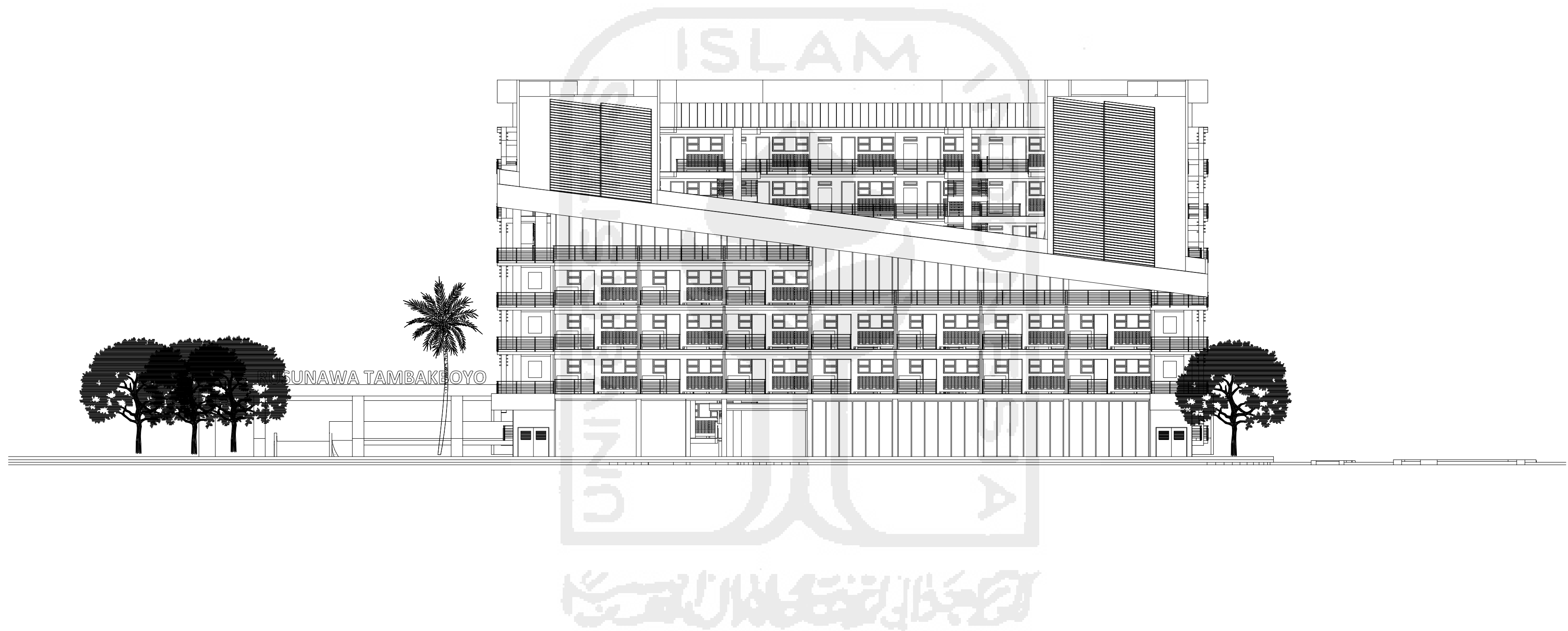
PENGESAHAN



	TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING <i>Ir. Etik Mufida, M.Eng</i>	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR TAMPAK	SKALA 1 : 350	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
					NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
					NO. MHS	12512182					
					TANDA TANGAN						



	TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING <i>Ir. Etik Mufida, M.Eng</i>	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR TAMPAK	SKALA 1 : 350	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
					NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
					NO. MHS	12512182					
					TANDA TANGAN						



TUGAS AKHIR
JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016**

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO
Konsep Autonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA	
NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

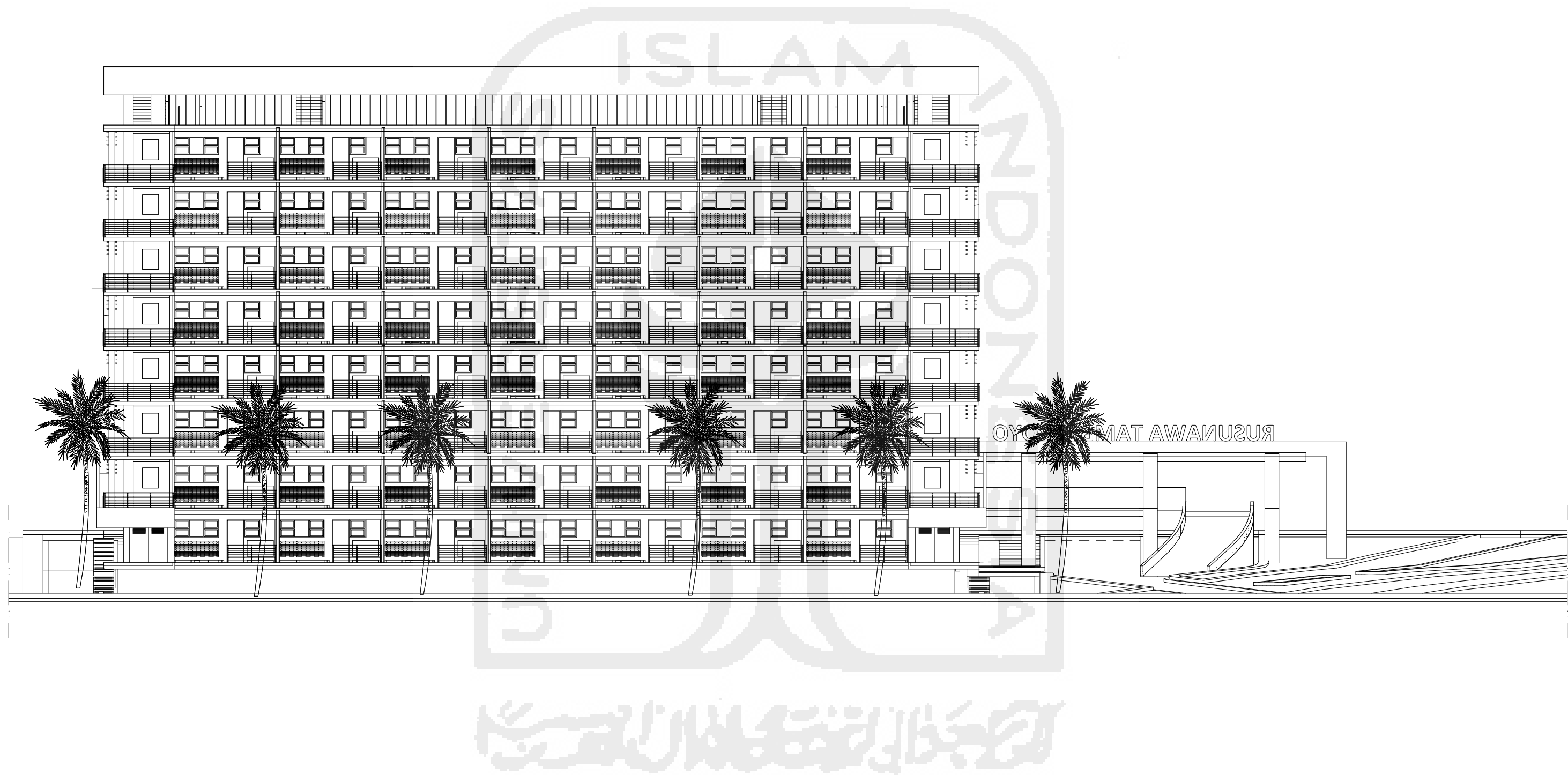
NAMA GAMBAR
TAMPAK

SKALA
1 : 200

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016**

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA

BINTANG BUMIPUTERA

NO. MHS

12512182

TANDA TANGAN

NAMA GAMBAR

TAMPAK

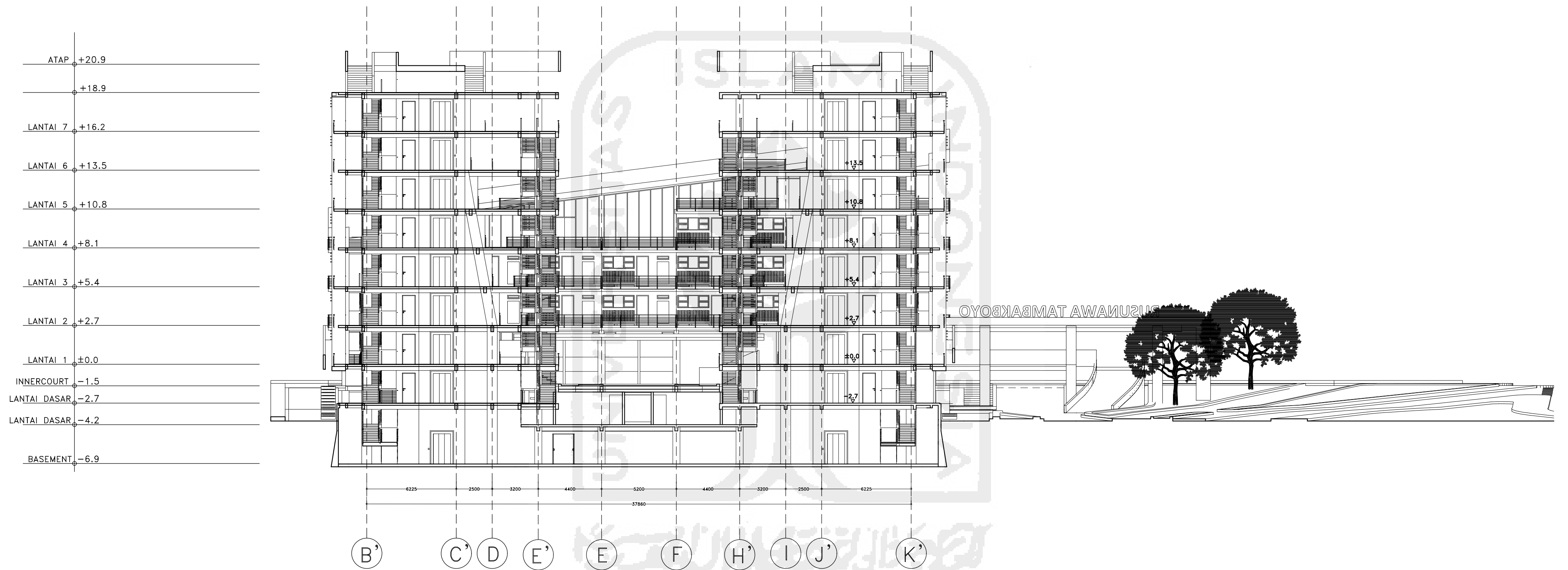
SKALA

1 : 200

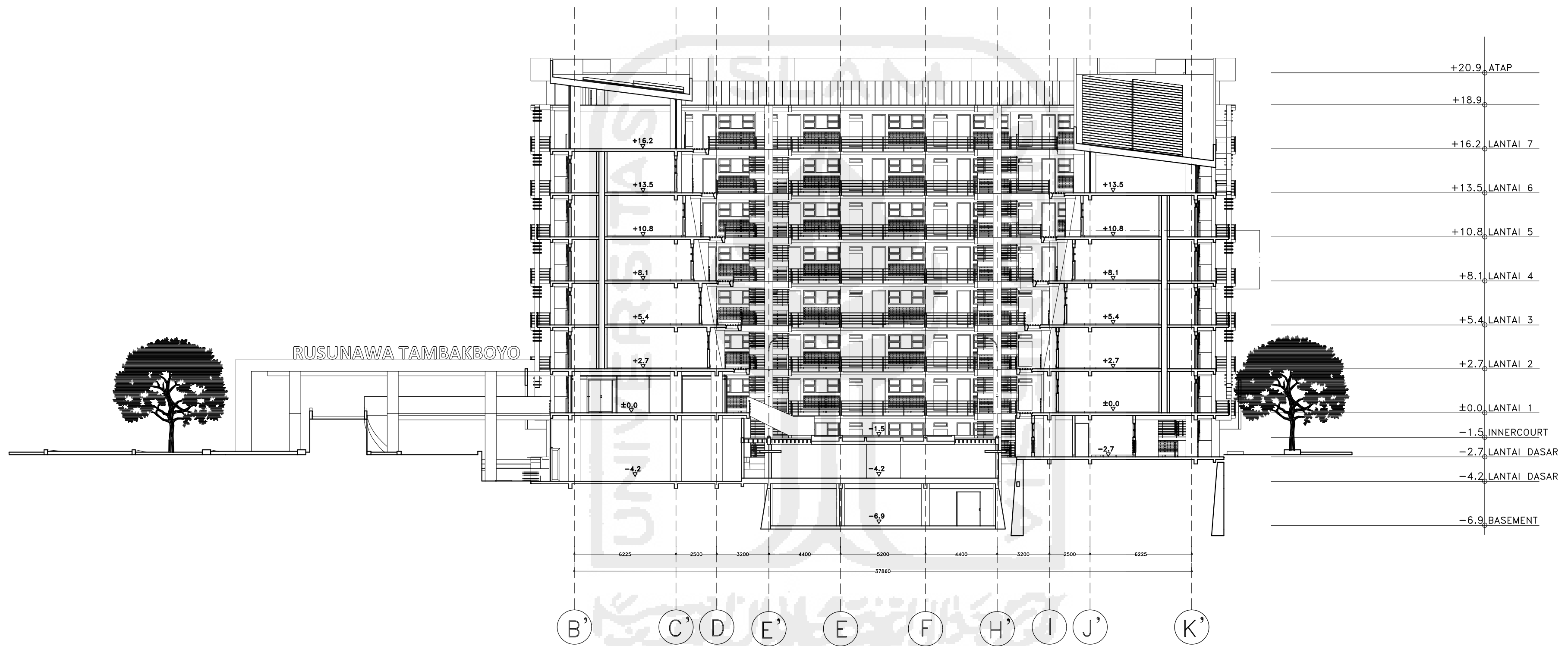
NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



	TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING Ir. Etik Mufida, M.Eng	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR POTONGAN A-A	SKALA 1 : 200	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
					NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
					NO. MHS	12512182					
					TANDA TANGAN						



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Autonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

POTONGAN B-B

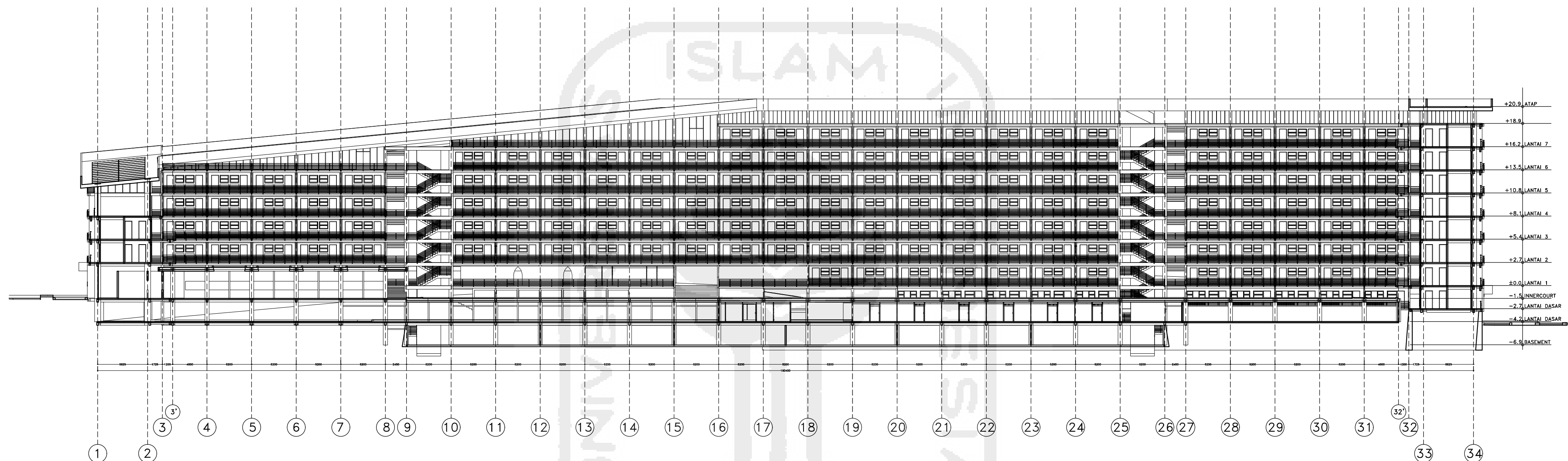
SKALA

1 : 200

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERIODE II
TAHUN AKADEMIK
2015/2016

RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO

Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan
Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Etik Mufida, M.Eng

IDENTITAS MAHASISWA

NAMA	BINTANG BUMIPUTERA
NO. MHS	12512182
TANDA TANGAN	

NAMA GAMBAR

DENAH
LANTAI BASEMENT

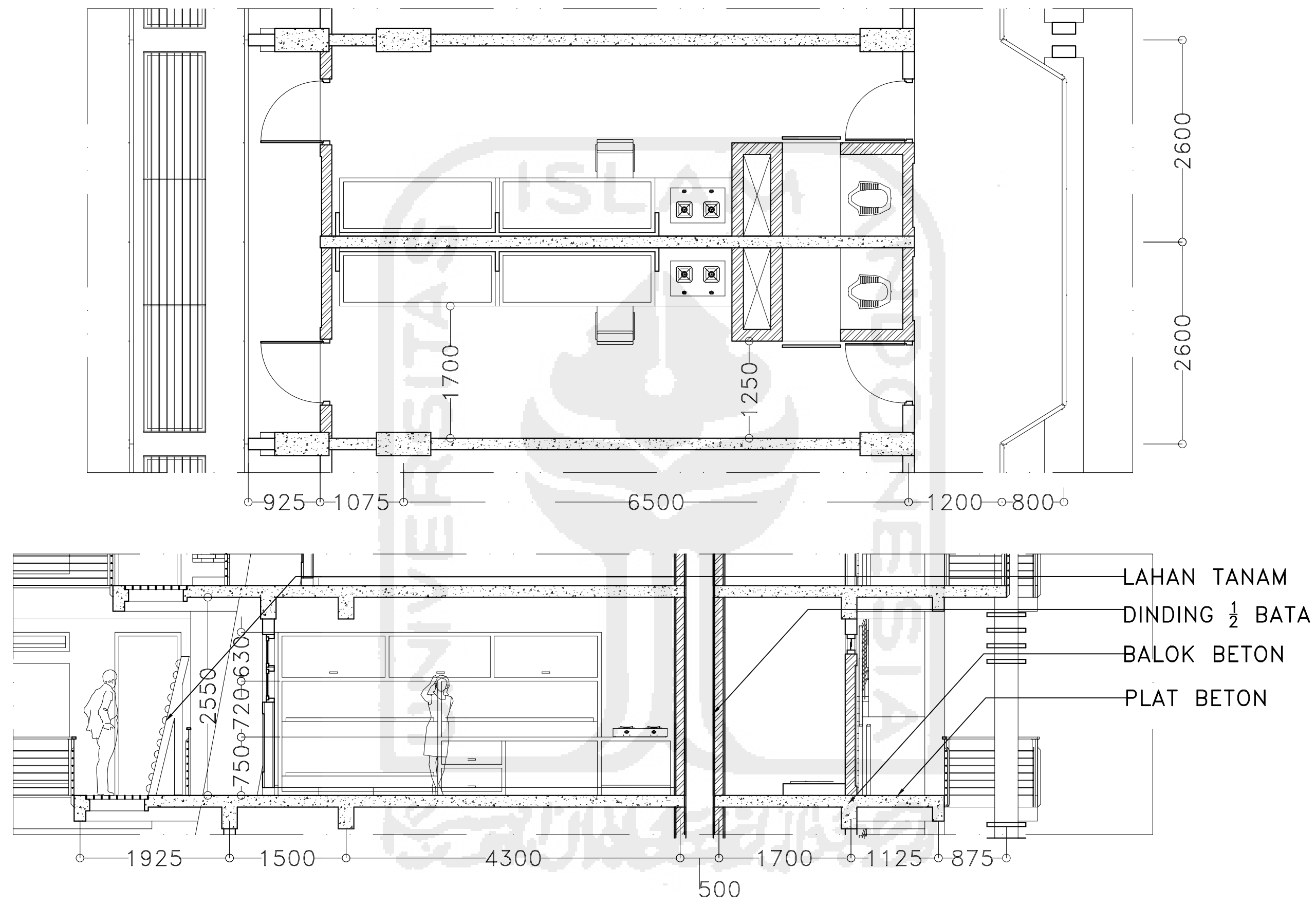
SKALA

1 : 350

NO. LBR

JML LBR

PENGESAHAN

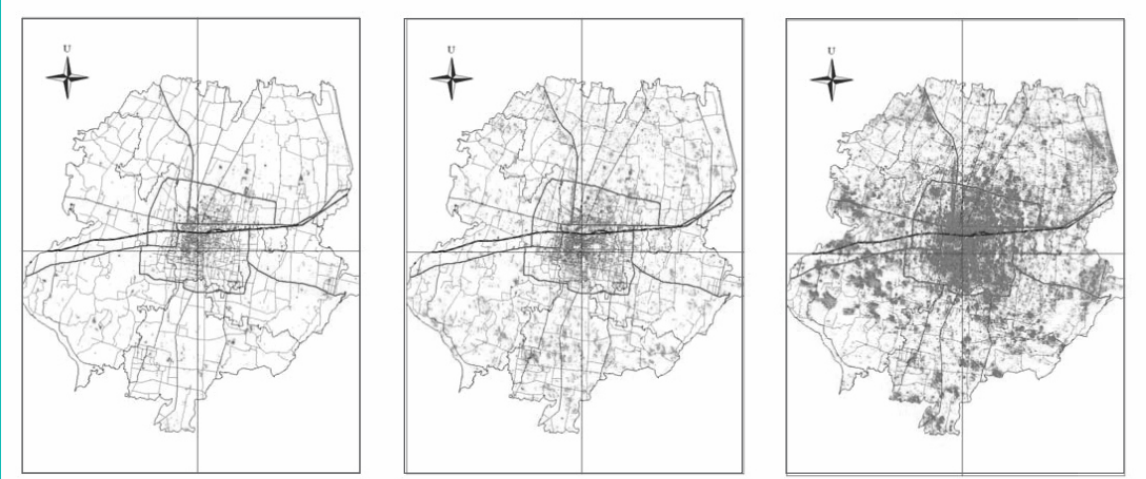


	TUGAS AKHIR JURUSAN ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA	PERIODE II TAHUN AKADEMIK 2015/2016	RUSUNAWA DI KAWASAN EMBUNG TAMBAKBOYO Konsep Aoutonomous Building Pada Hunian Sewa dengan Pendekatan Vertical Farming di Kawasan Embung Tambakboyo	DOSEN PEMBIMBING <i>Ir. Etik Mufida, M.Eng</i>	IDENTITAS MAHASISWA		NAMA GAMBAR DETAIL	SKALA 1 : 50	NO. LBR	JML LBR	PENGESAHAN
					NAMA	BINTANG BUMIPUTERA					
					NO. MHS	12512182					
					TANDA TANGAN						



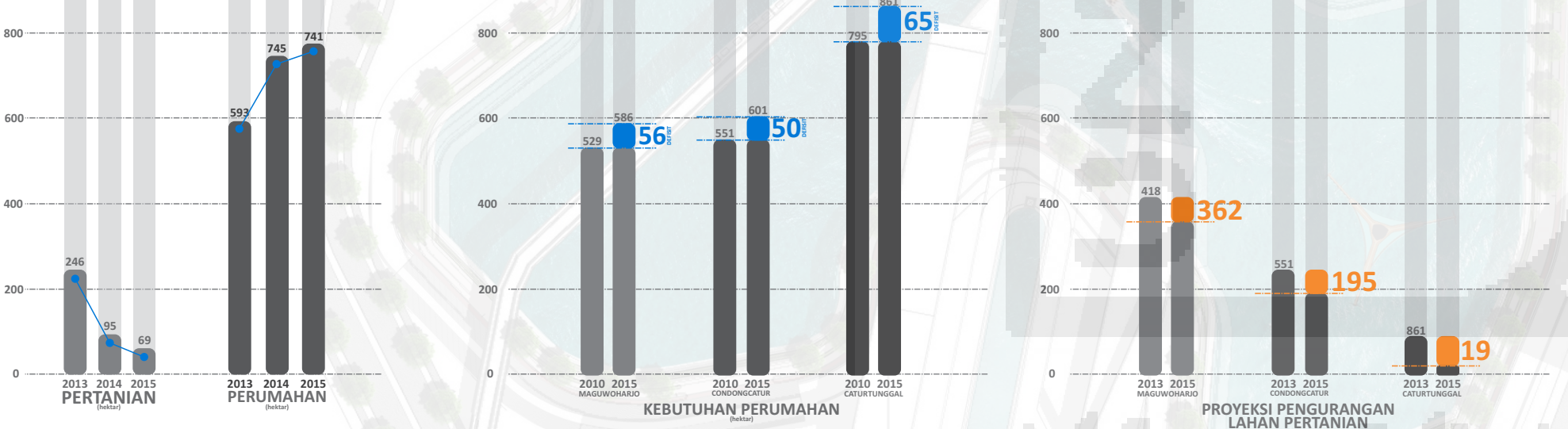
rusunawa di kawasan tambakboyo

background

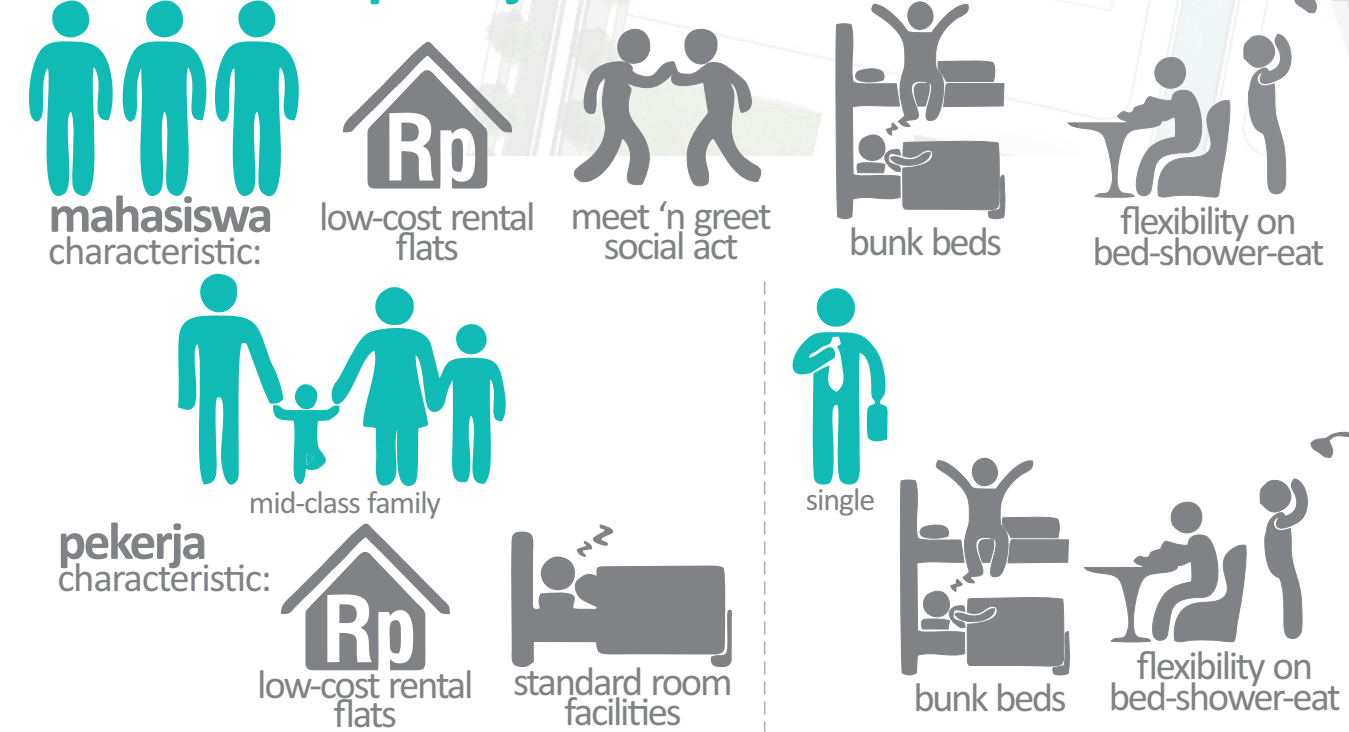


Perkembangan fungsi Kota Yogyakarta yang semakin tinggi intensitasnya dihadapkan pada keterbatasan lahan sehingga berdampak pada sulitnya memperoleh lahan untuk mawadahi tuntutan kehidupan kota. Dengan demikian perkembangan Kota Yogyakarta akhirnya mengarah ke daerah pinggiran kota, yang secara administratif termasuk dalam wilayah Kabupaten Bantul dan Sleman. Perkembangan yang terjadi akibat tingginya intensitas pembangunan permukiman berdampak pada berkurangnya lahan pertanian di daerah pinggiran Kota Yogyakarta. Adanya indikasi penurunan Daya Dukung Lingkungan (DDL) terutama pada daerah pinggiran Kota Yogyakarta dari kategori medium sustain ke low sustain (Handoyo 2014) dimana penurunan ini terjadi di beberapa desa di Kabupaten Sleman seperti Condongcatur dan Caturtunggal.

peningkatan konversi lahan

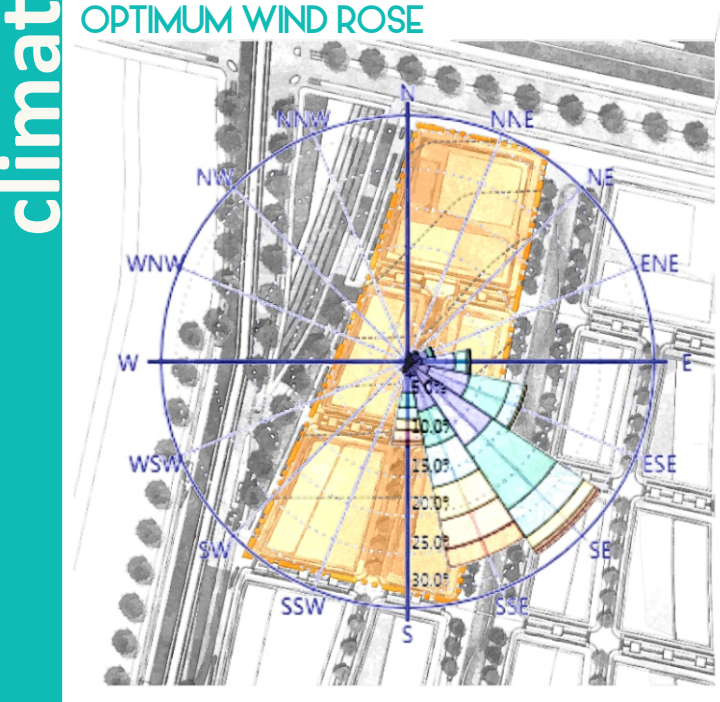
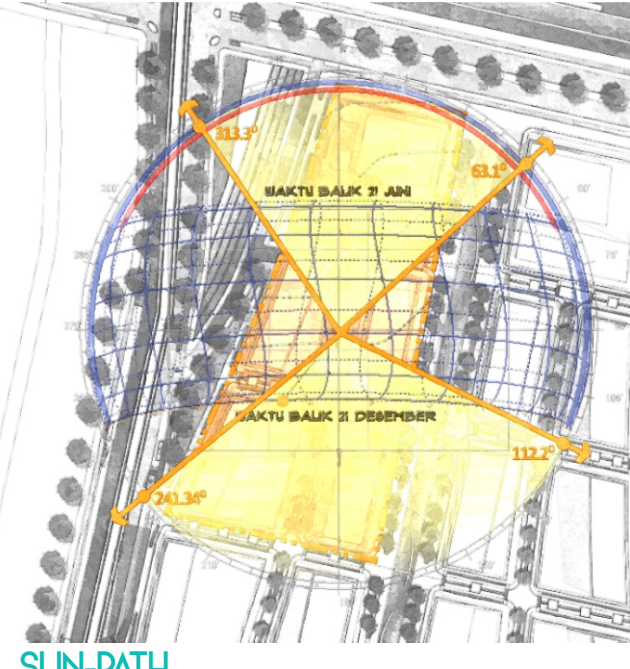


market segments mahasiswa & pekerja



climatic analysis

Analisis angin untuk menghasilkan penghawaan alami pada ruang yang tidak menggunakan udara buatan. Tetapi jika ruang tidak berhadapan langsung dengan angin maka dinding sebagai pembelok ataupun pengurung angin bisa menjadi solusi. Selain itu angin dapat dimanfaatkan untuk building cooling atau pendinginan selubung bangunan.



Ruang komersial utama (dwelling unit) lebih mementingkan luasan untuk kenyamanan ruang, sehingga untuk kenyamanan termal ruang utama dengan mengatur peletakan ruang yang tidak terpengaruh jalur kritis matahari. Gubahan massa dibuat persegi panjang mengikuti bentuk site yang memanjang dari utara-selatan guna untuk memaksimalkan lahan. Oleh karena itu bagian panjang bangunan menghadap ke barat-timur dan terpapar sinar matahari dan berpotensi terkena panas berlebih harus diantisipasi dengan cara mengaplikasikan pertanian vertikal pada fasad bangunan.

meso.



mikro.

Perkembangan permukiman yang terjadi di kawasan Embung Tambakboyo saat ini secara spasial masih bersifat tapak (landed). Perluasan spasial vertikal, antara lain dengan hunian vertikal seperti rumah susun, dianggap sebagai salah satu cara menghindarkan diri dari pemborosan energi, materi, dan sumber daya, termasuk sumber daya pertanian di daerah pinggiran kota. Oleh karena itu dalam hal ini perlunya hunian sewa / rusunawa yang dapat mengakomodasi segmen pasar pekerja maupun mahasiswa.

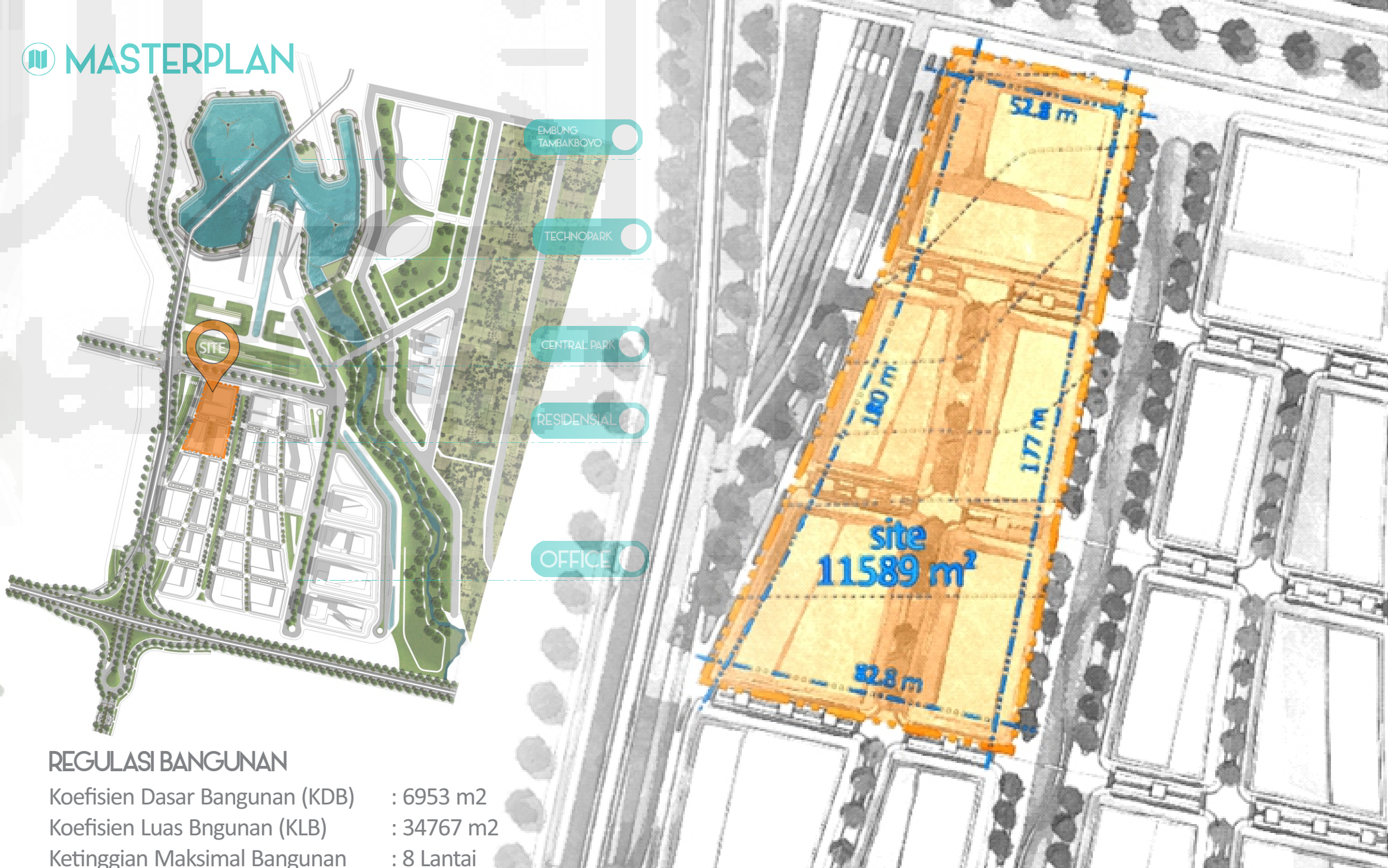
Perkembangan pembangunan di sekitar Embung Tambakboyo yang semakin padat tentunya membuat daya dukung lingkungan di sekitar wilayah embung juga semakin berkurang. Potensi dalam bidang pertanian ini dapat disiasati sebagai fasilitas pada rusunawa seperti pertanian vertikal.

- penataan bukaan berdasarkan orientasi optimal bangunan untuk daylighting
- penerapan ventilasi silang pada setiap unit
- pemilihan pencahayaan dan penghawaan aktif hemat energi
- menciptakan energi alternatif dalam bangunan untuk sistem aktif dan pertanian vertikal
- penataan area pertanian vertikal pada bangunan sehingga memenuhi persyaratan tumbuh tanaman
- penataan hunian yang mendukung operasional pertanian vertikal
- penataan tata ruang yang efisien

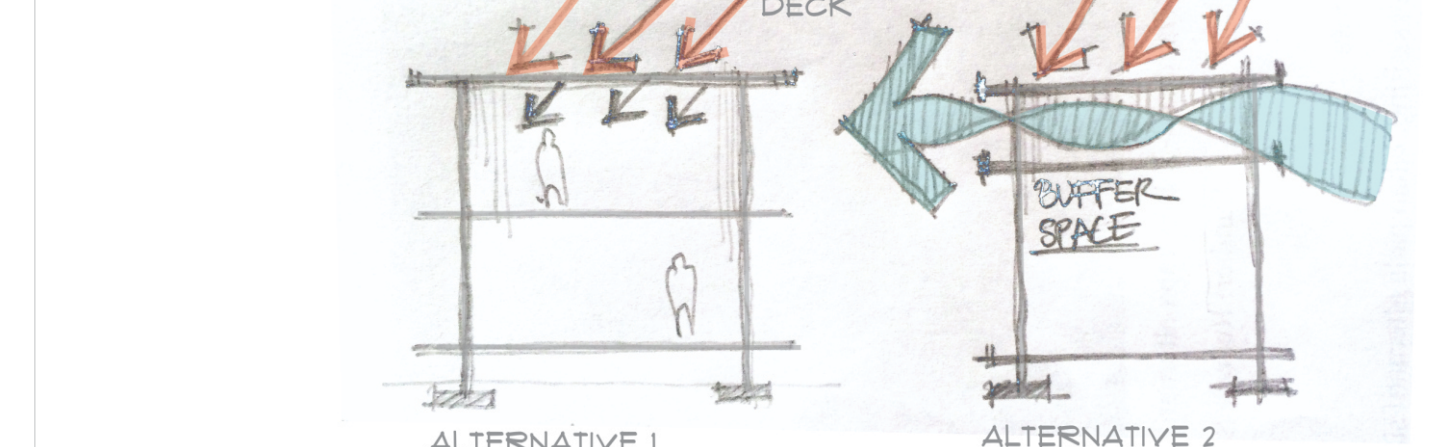
problems

- Tata Ruang**
Bagaimana merancang tata ruang dalam maupun luar sehingga mampu mengakomodasi kenyamanan dan kualitas ruang huni namun tetap mempertimbangkan kepentingan operasional pertanian vertikal?
- Tata Massa dan Selubung**
Bagaimana merancang tata massa dan selubung bangunan yang dapat memberikan kenyamanan penghuni serta tetap memenuhi persyaratan tumbuh kembang tanaman?
- Teknologi dan Utilitas**
Bagaimana merancang teknologi dalam utilitas bangunan secara efisien sebagai aplikasi konsep autonomus guna mencapai bangunan mandiri yang berkelanjutan?

proposed site project

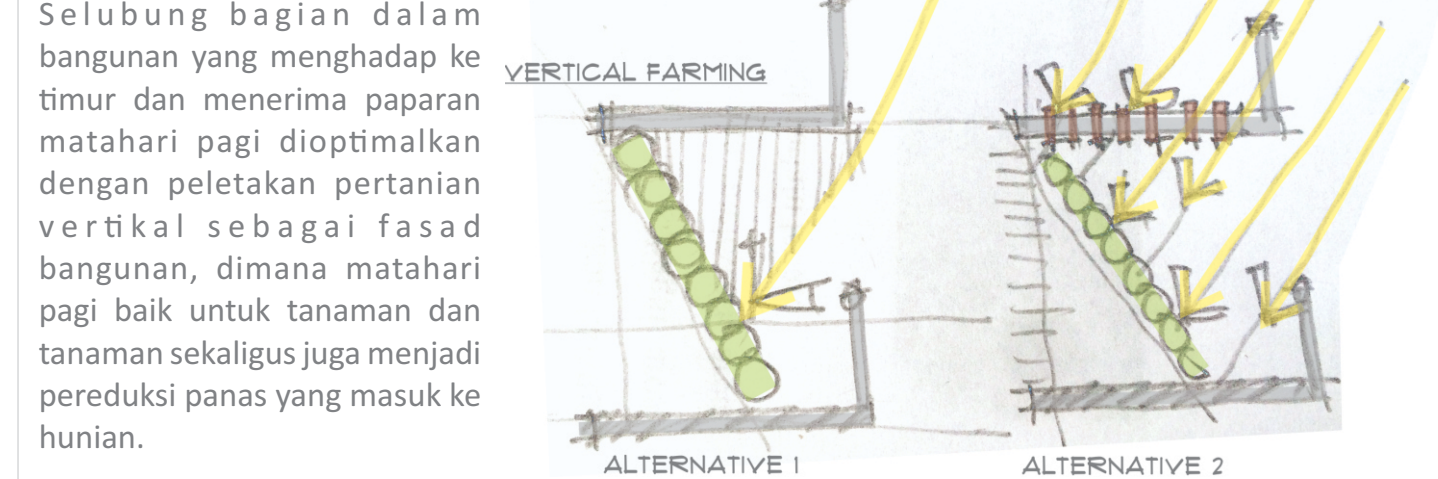
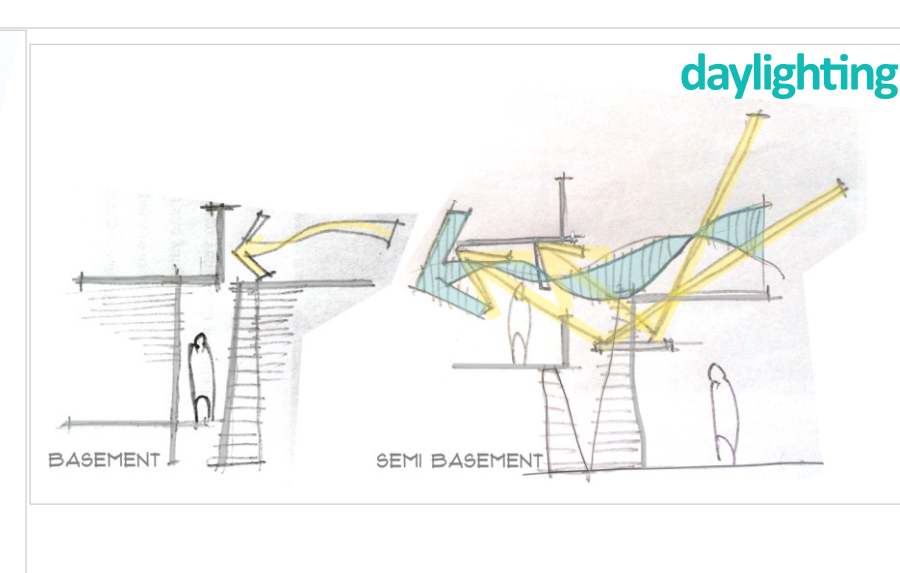


roof envelope

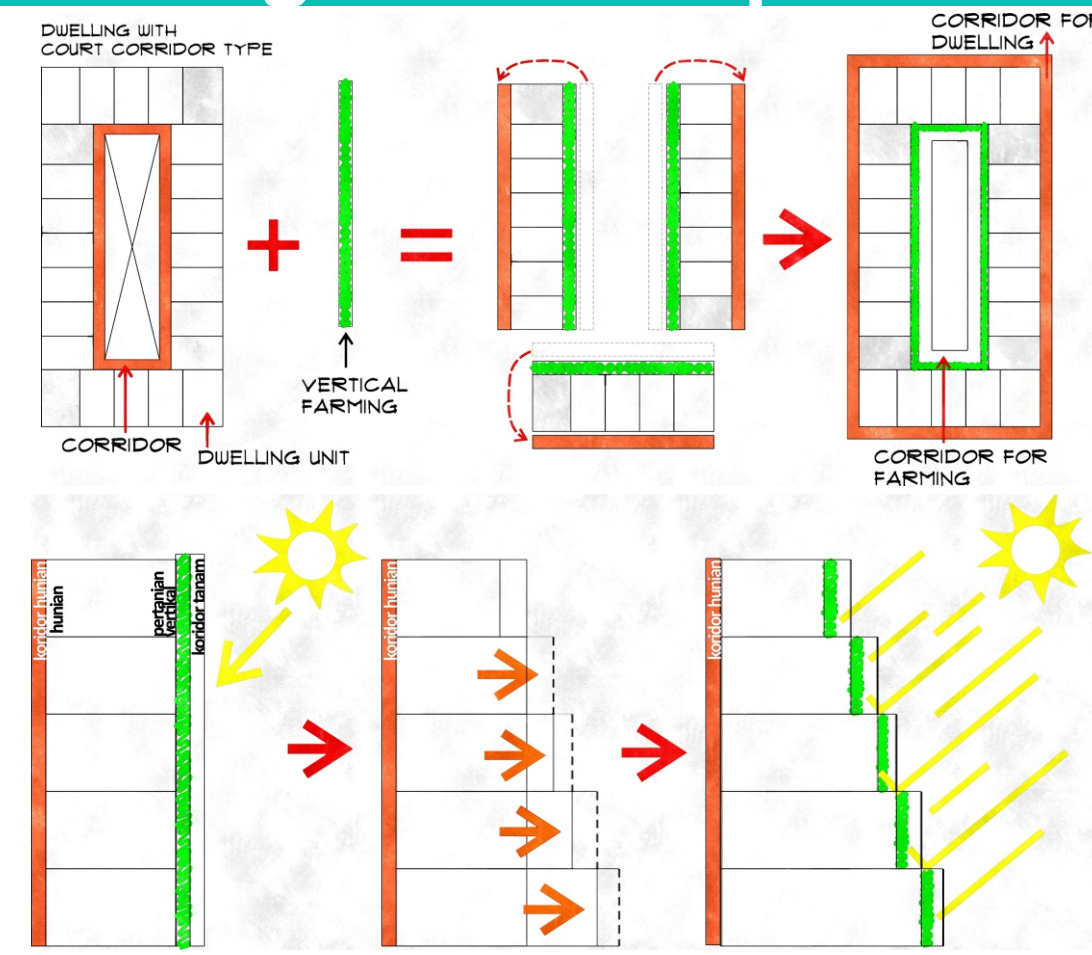


Pemilihan atap dak beton diambil dengan pertimbangan bentuk massa yang cenderung massif dan panjang, penambahan peletakan photovoltaic dan kebutuhan pertanian vertikal di atap (fish tank). Namun atap dak didesain memiliki rongga sebagai buffer space, agar radiasi panas tidak langsung terserap ke dalam bangunan.

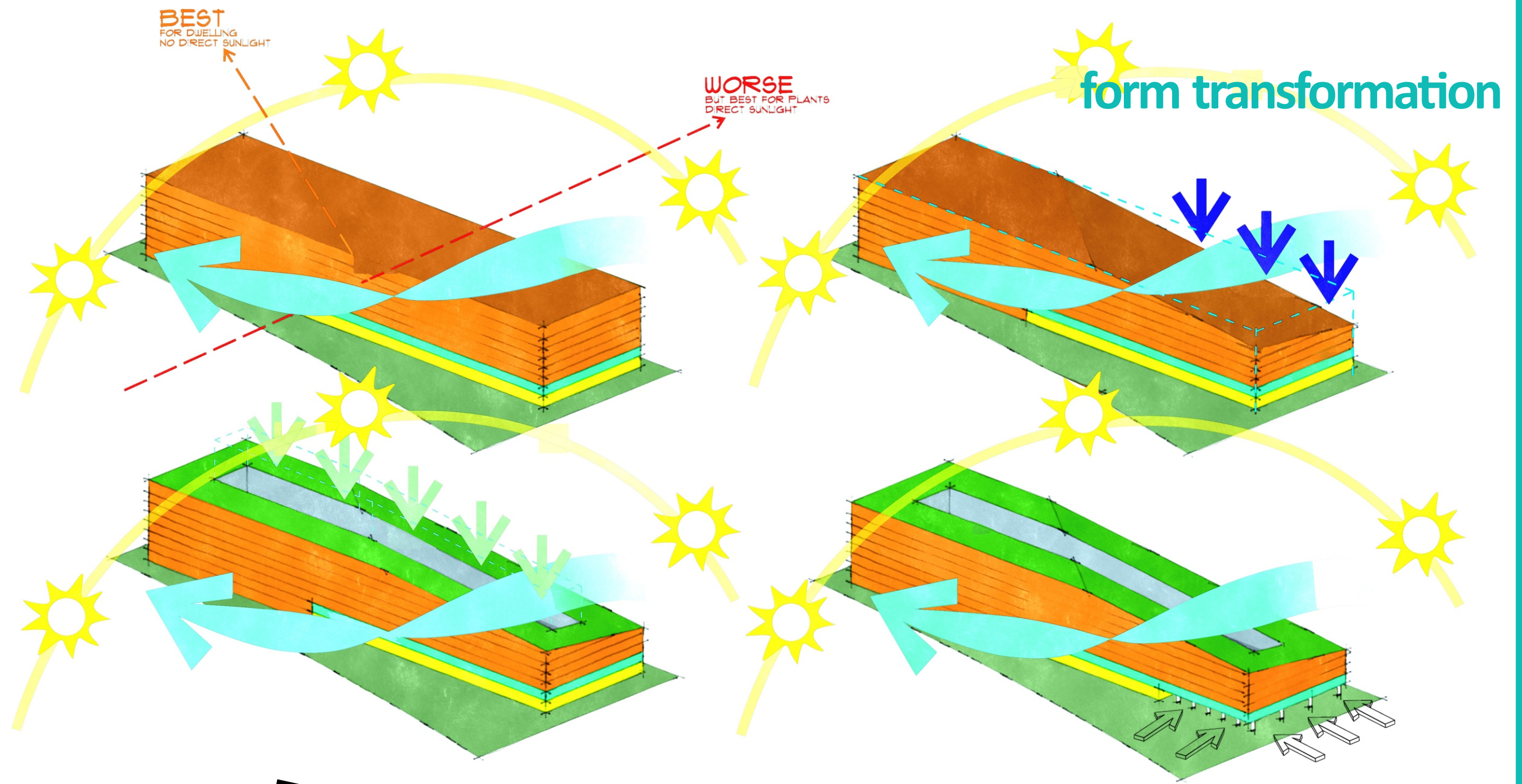
facade envelope



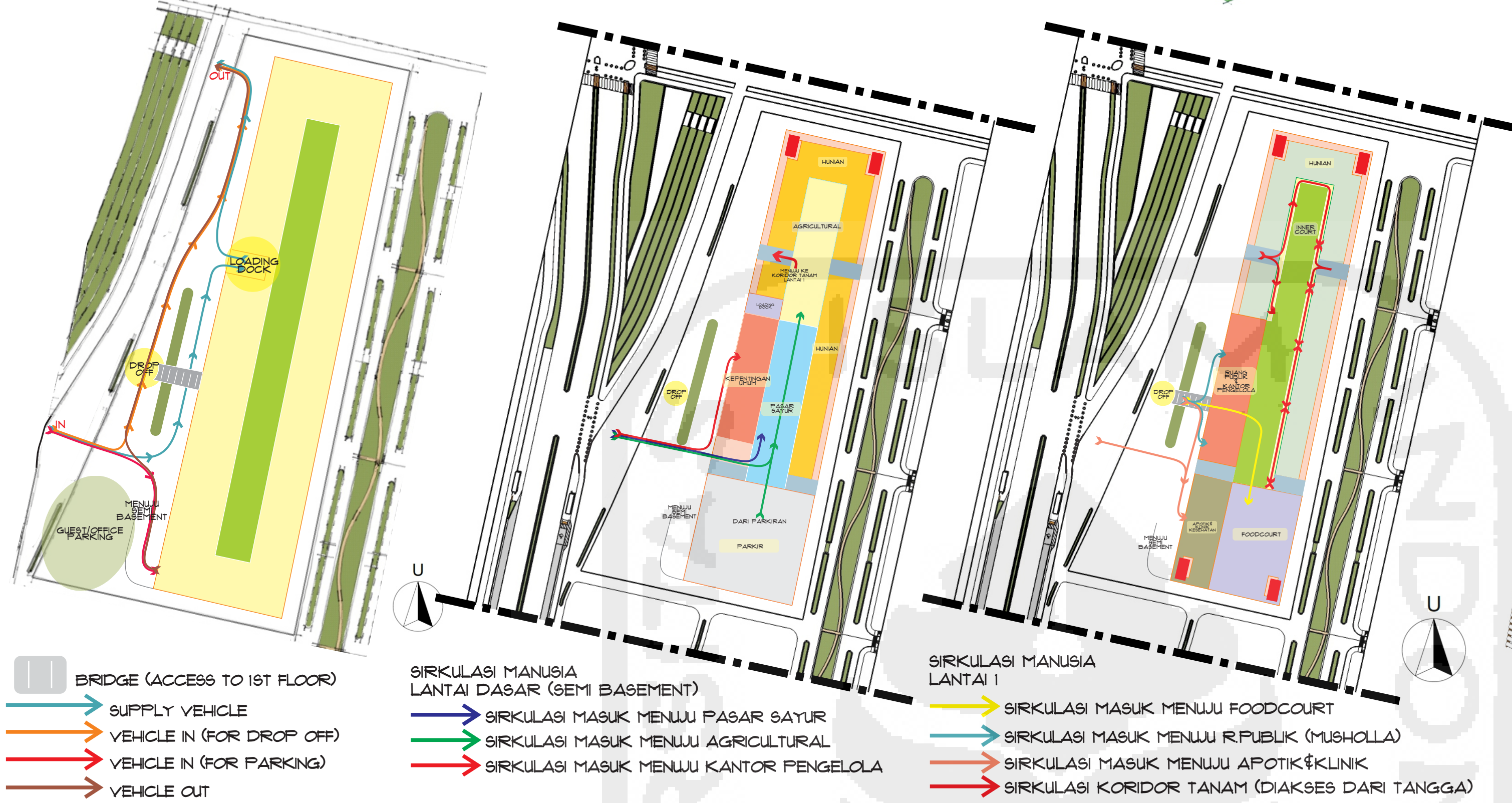
building form concept



Bentuk bangunan yang memungkinkan penyinaran matahari terhadap tanaman pada pertanian vertikal dapat optimal namun tetap mempertimbangkan kenyamanan penghuni yakni dengan pemilihan rumah susun tipe Koridor Pusat (court corridor type) dimana keuntungan dari sistem tersebut adalah dapat mendukung penanaman vegetasi (vertical farming) di sisi dalam bangunan.

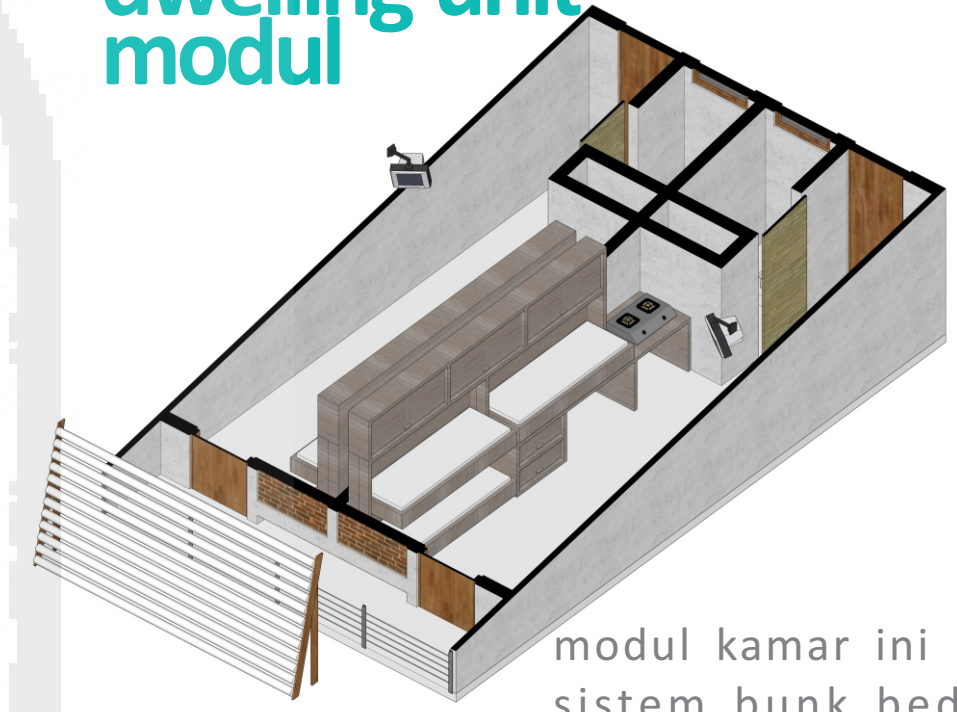


site circulation analysis



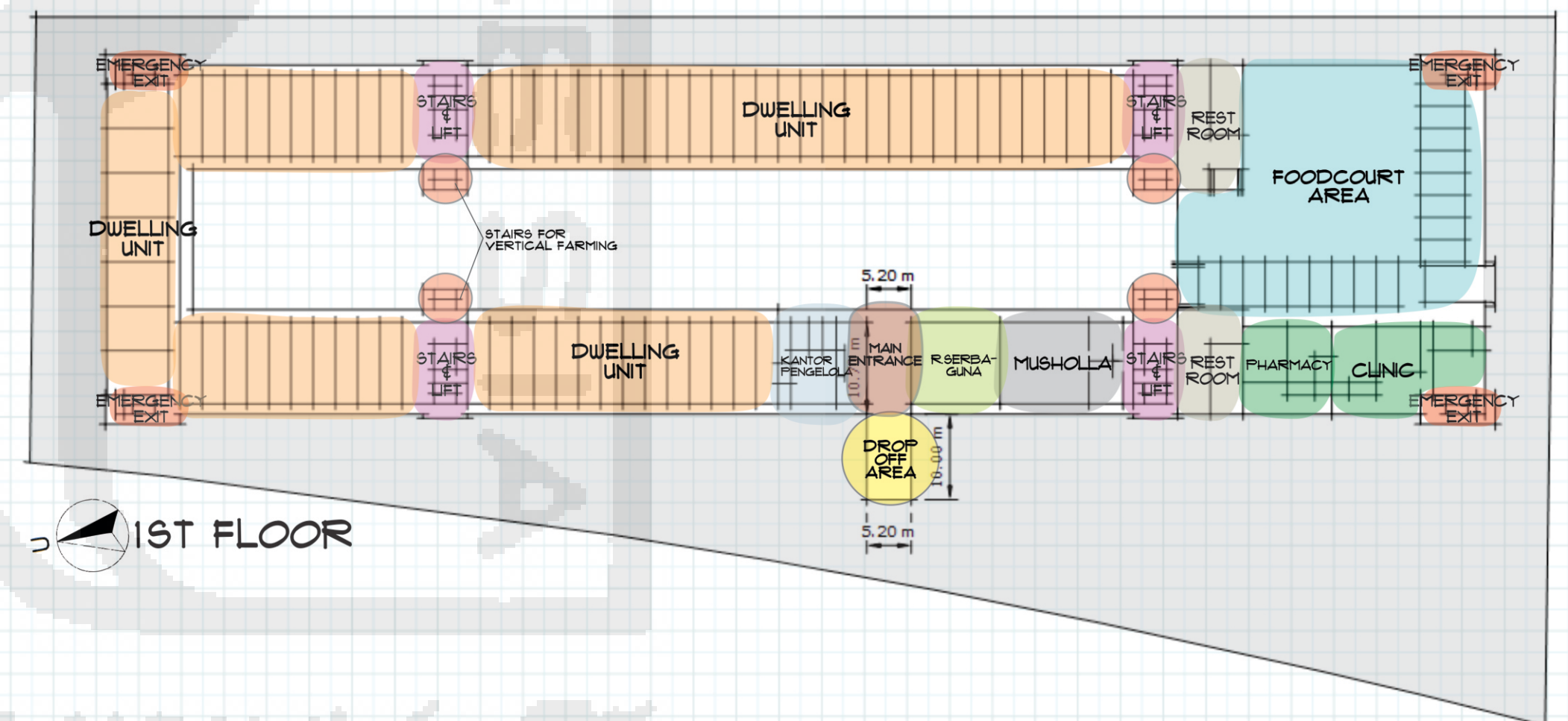
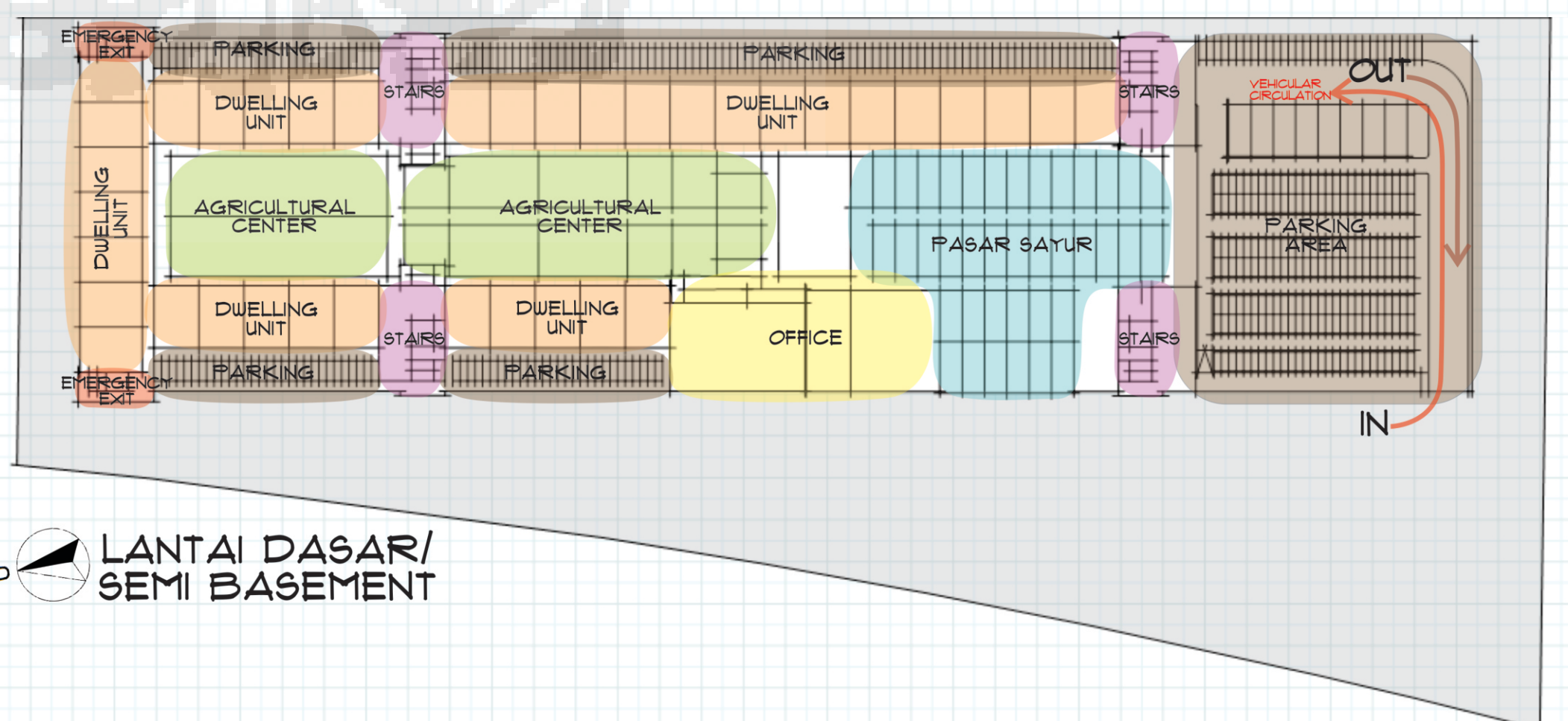
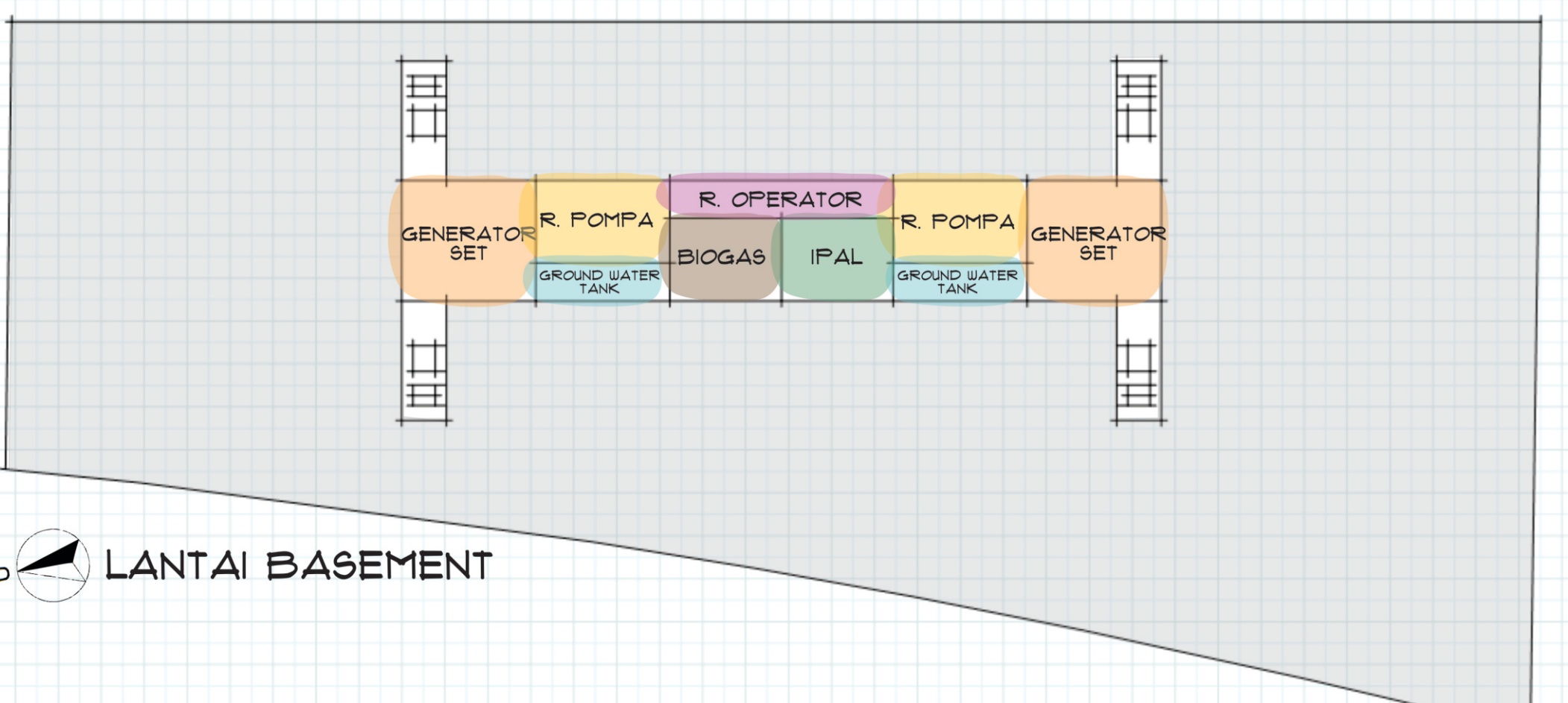
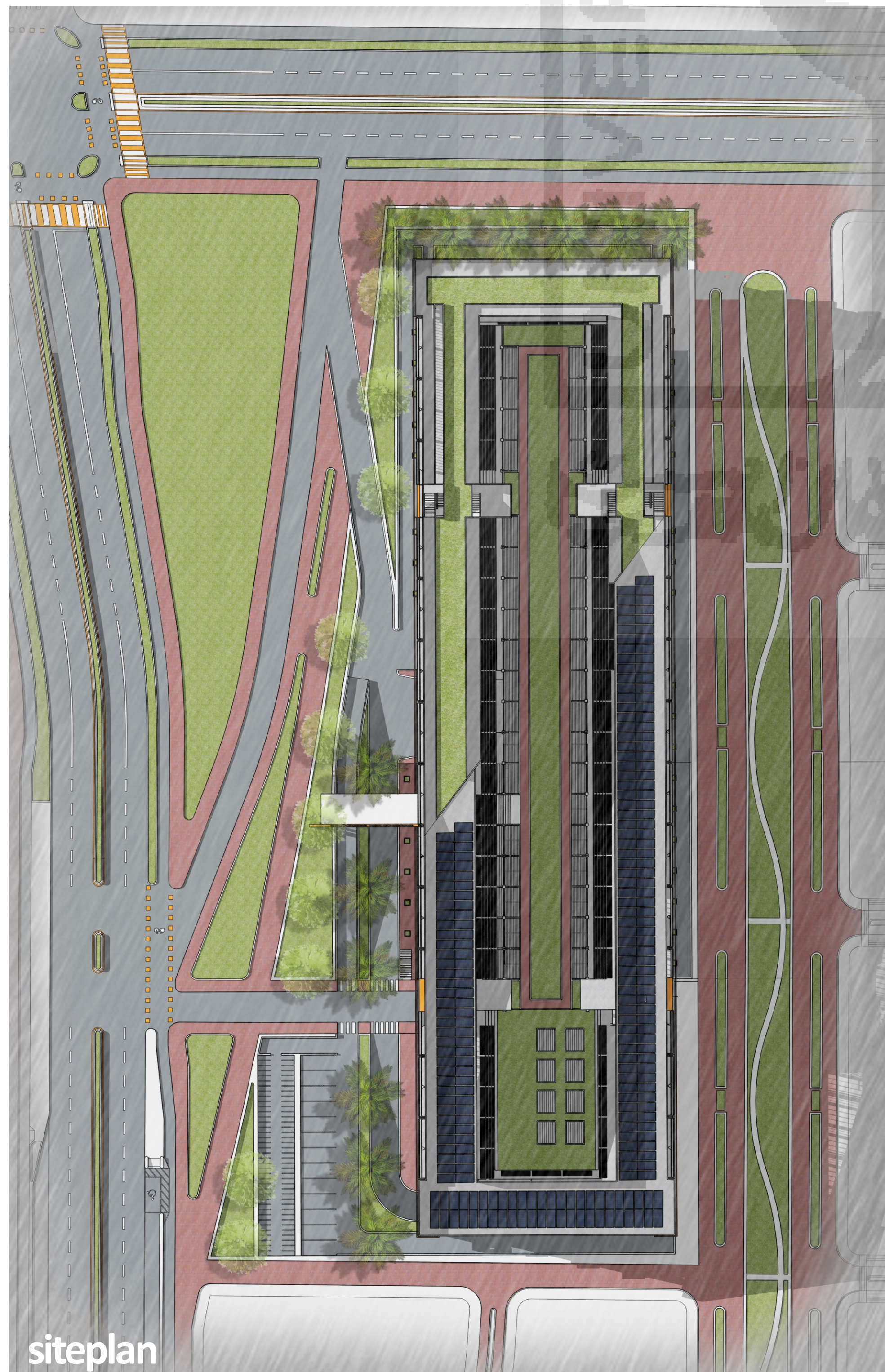
gubahan massa asimetris (lebih rendah) pada ujung sisi tenggara bangunan (dibandingkan bagian utara yang lebih tinggi). Hal tersebut dimaksudkan agar dapat mengakomodasi dua kebutuhan yang berbeda agar keduanya tetap dapat dipenuhi. Selain itu, untuk arah angin optimal yang berhembus dari arah tenggara juga menjadikan bentuk gubahan massa seperti ini dapat dimaksimalkan pula untuk penghawaan alami dengan menerapkan sistem cross ventilation.

dwelling unit modul



modul kamar ini menggunakan sistem bunk bed yang dapat menampung 3-4 orang dari segmen pasar mahasiswa dan pekerja lajang yang jumlahnya lebih banyak.

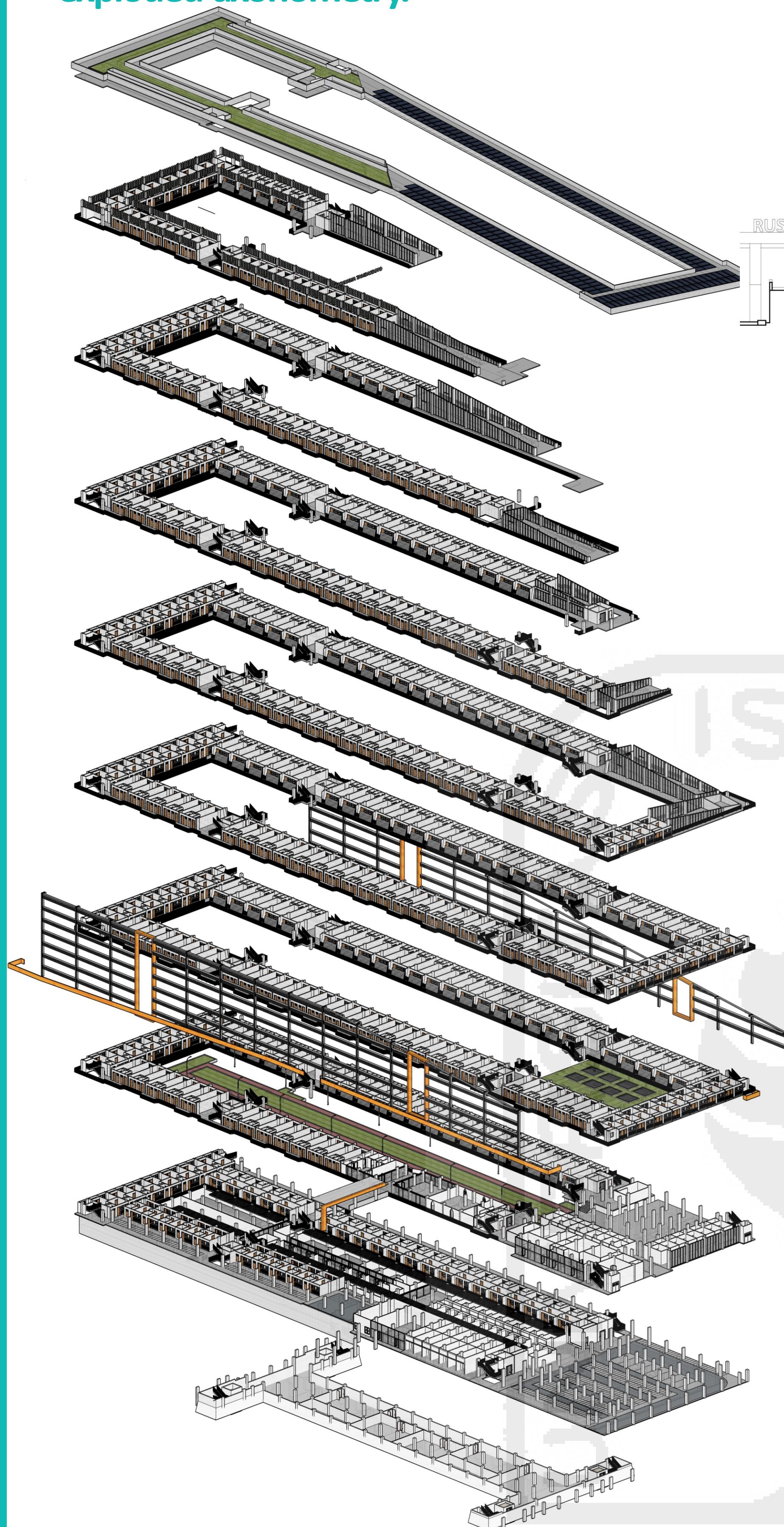
room layout concept.



siteplan

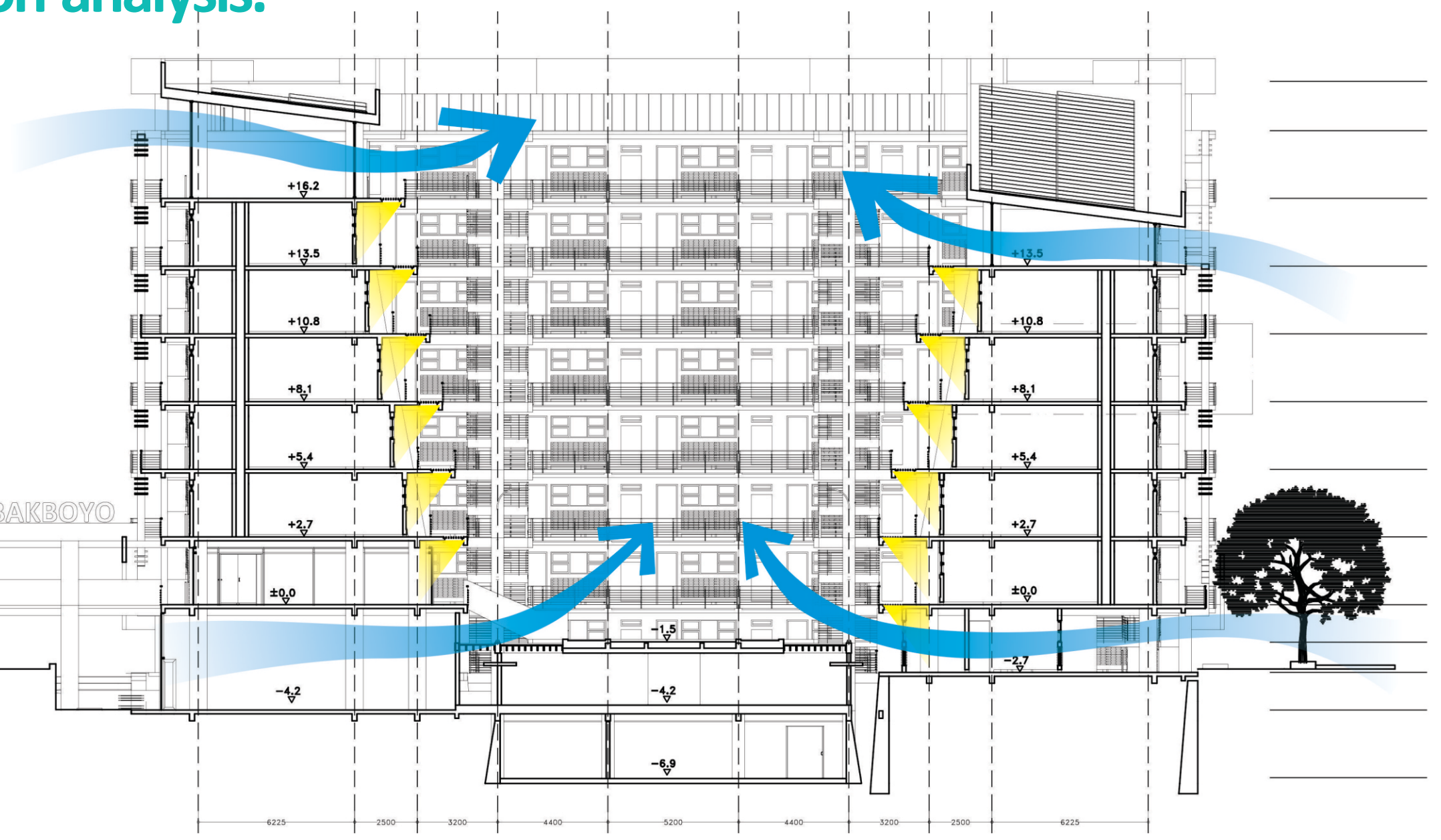
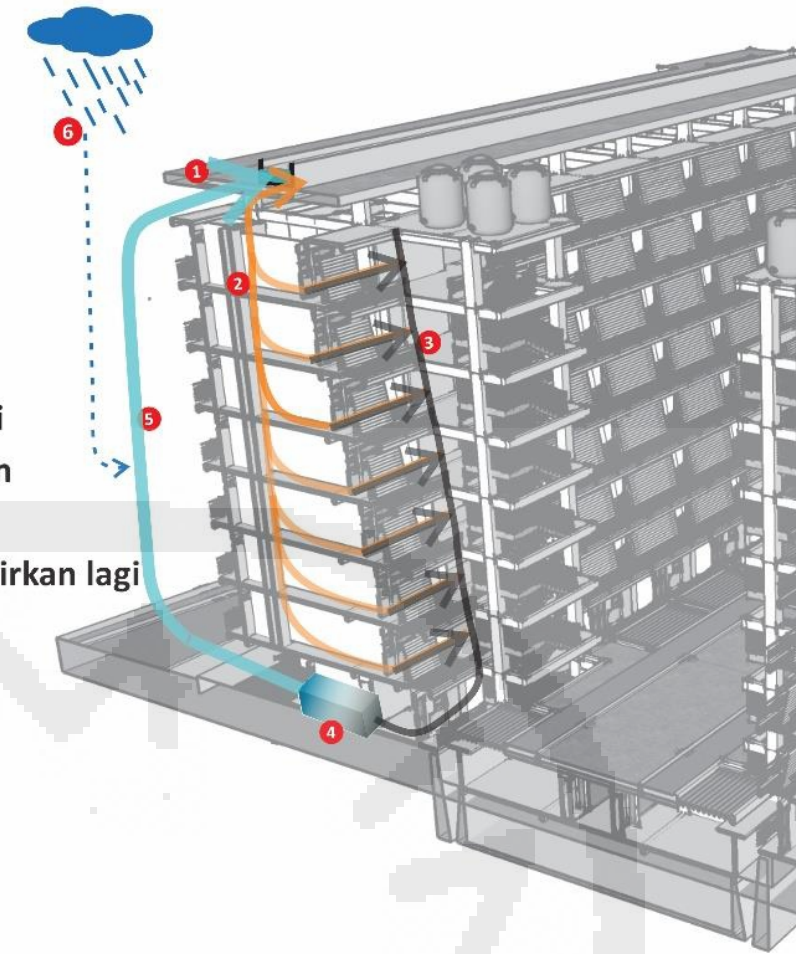
section analysis.

exploded axonometry.



RUSUNAWA TAMBAKBOYO

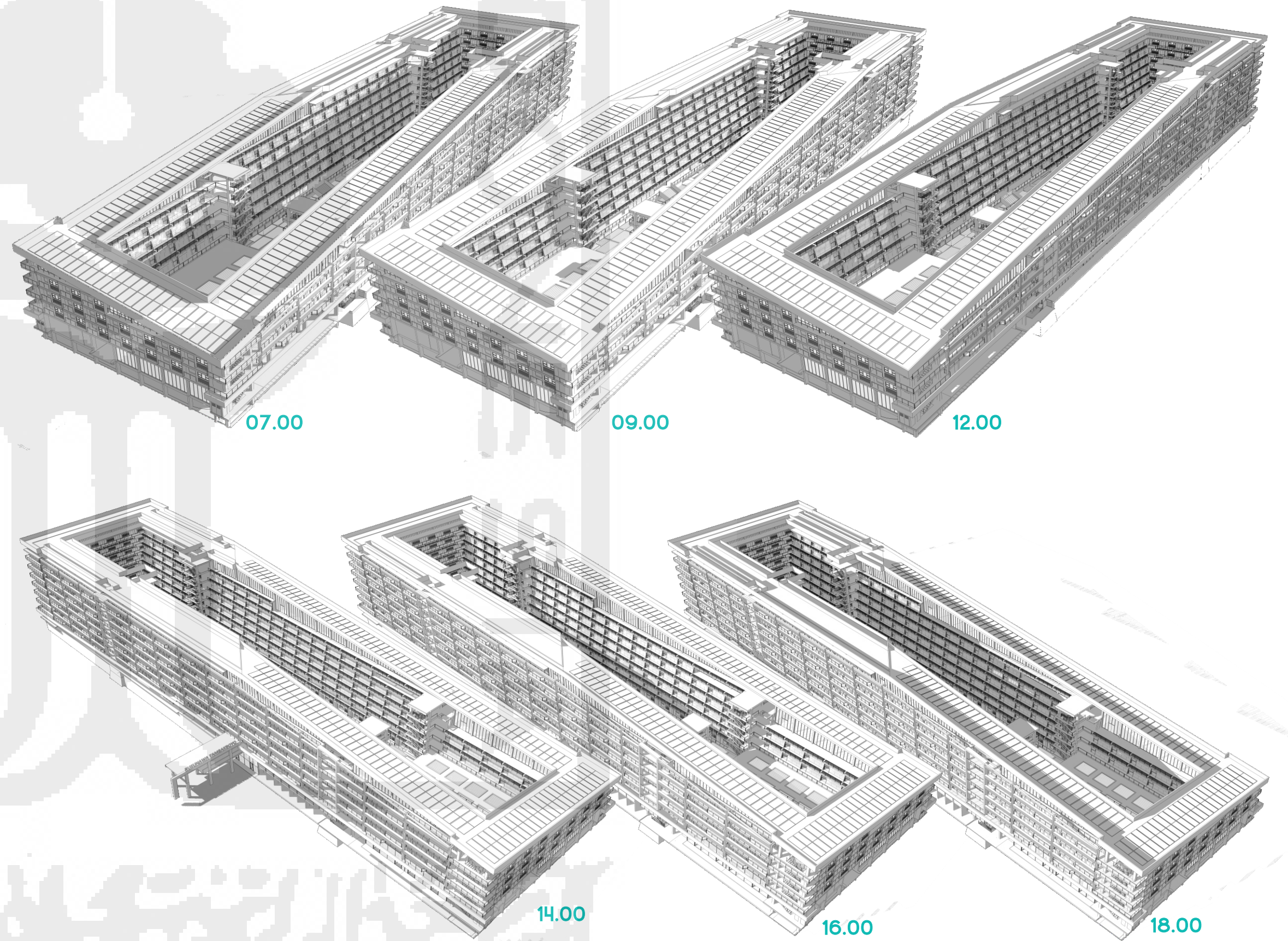
- 1 Fish Tank
- 2 Pipa dengan air fertilisasi
- 3 Air yang sudah digunakan
- 4 Pengolahan Air
- 5 Air yang telah diolah dialirkan lagi ke fish tank
- 6 Penangkapan air hujan

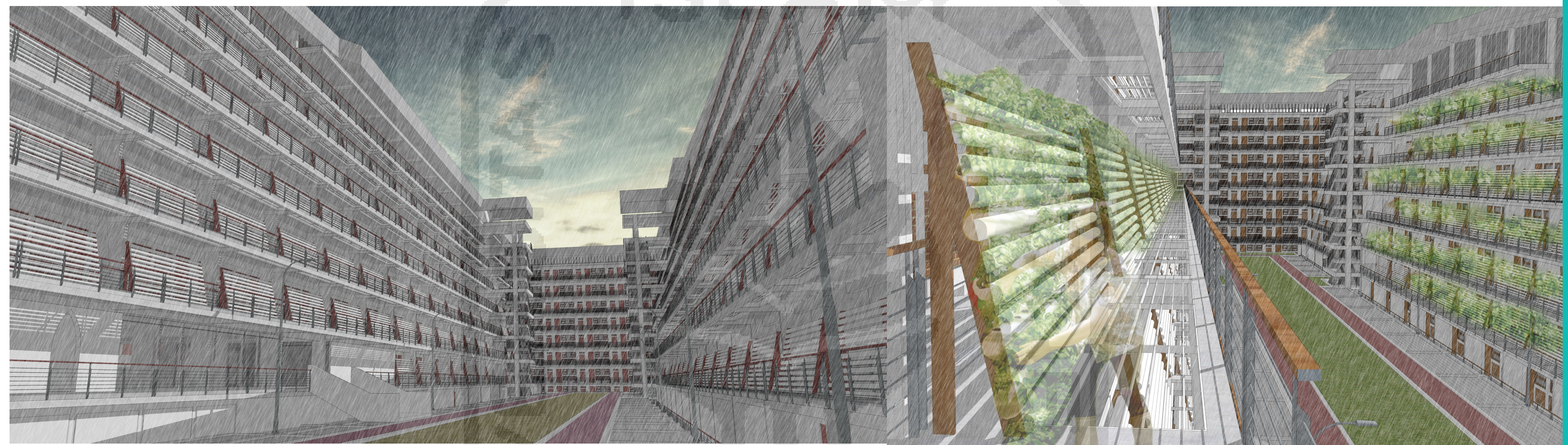
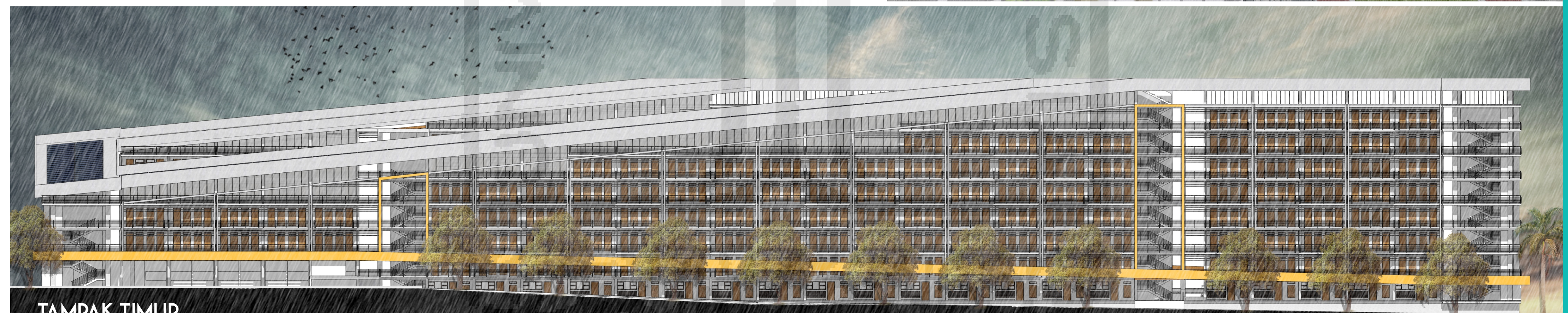


sistem pada bangunan dibuat semakin menjorok keluar di tiap lantainya yang berfungsi untuk pertanian vertikal. Atap didesain memiliki buffer space yang dapat mengurangi radiasi matahari.

Teknologi pada pertanian vertikal menggunakan teknologi fish tank pada atap sebagai pemberi nutrisi pada air yang digunakan untuk mengalir tanaman, serta menampung air hujan pada water treatment untuk dapat digunakan kembali.

uji pembayangan matahari.

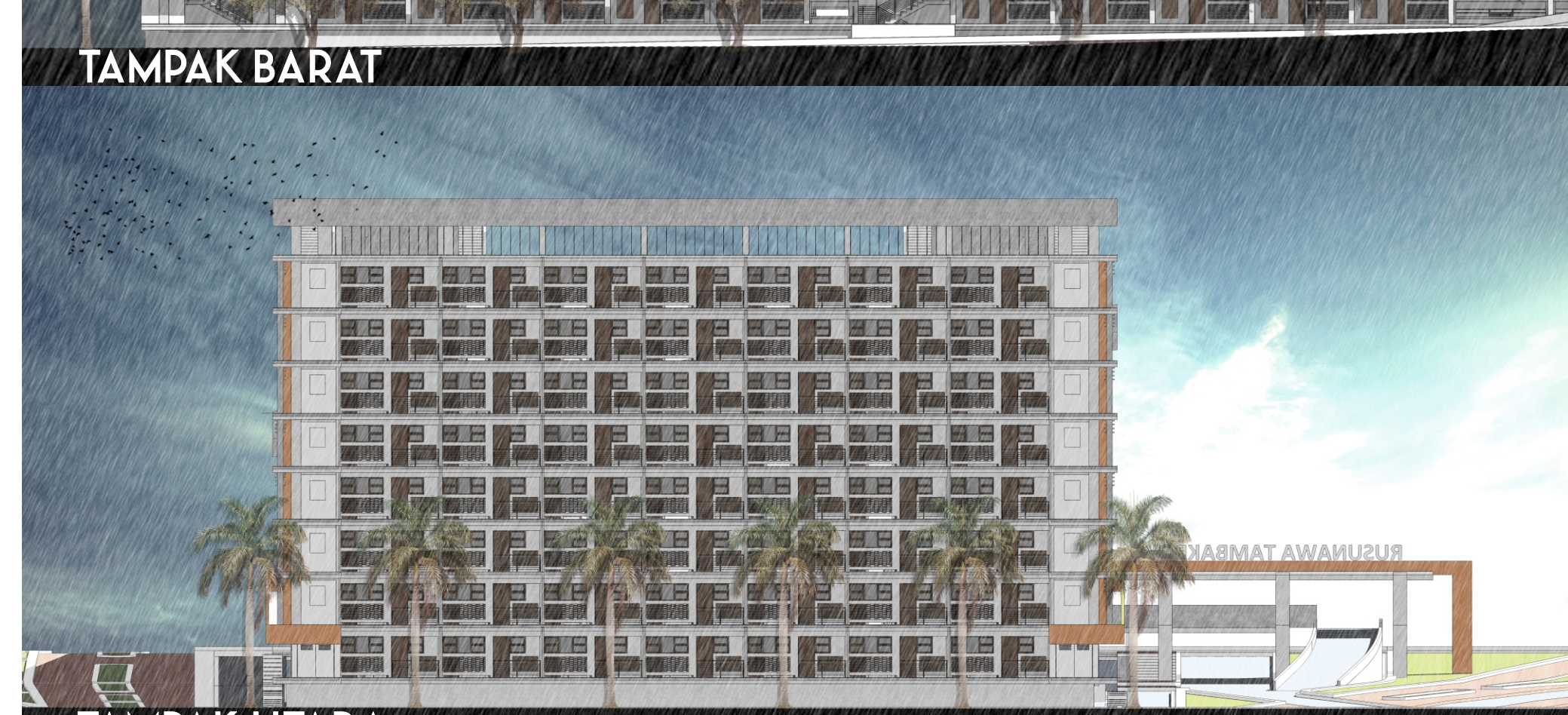




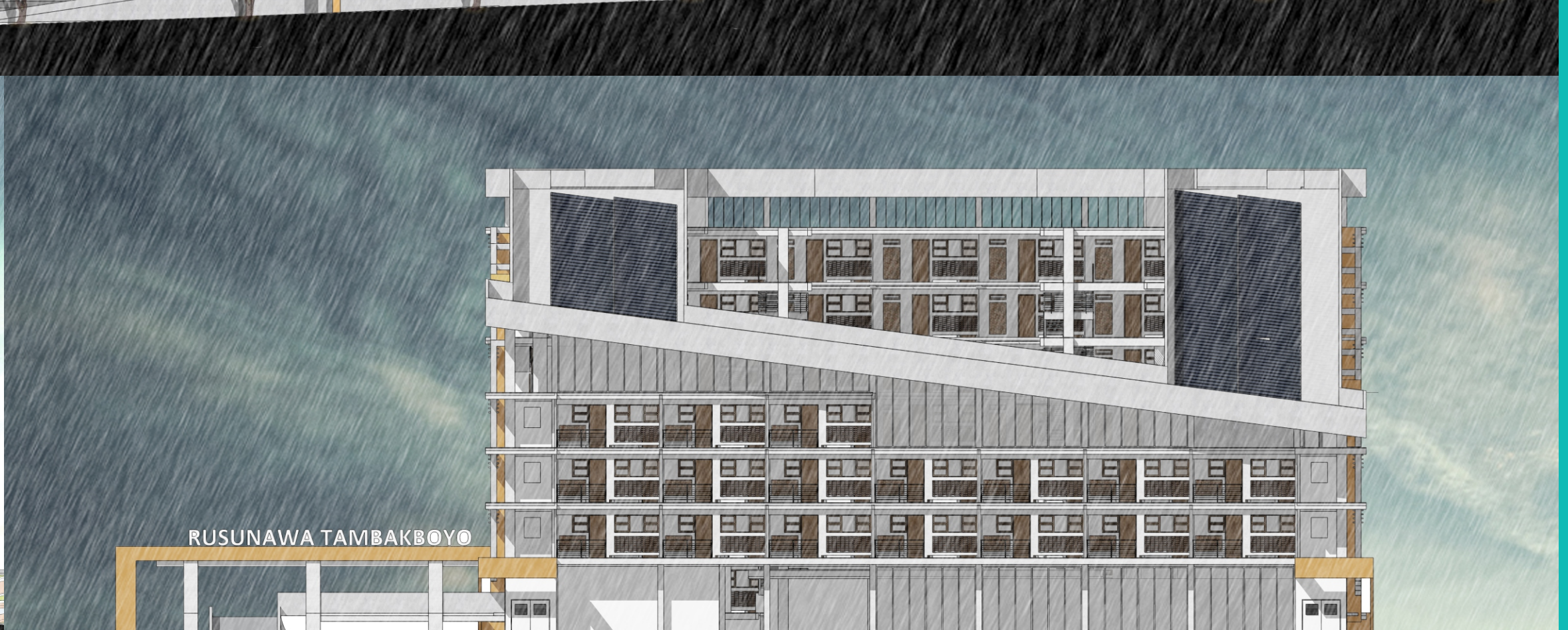
TAMPAK TIMUR



TAMPAK BARAT



TAMPAK UTARA



TAMPAK SELATAN