

**RUSUNAWA DI BANTARAN KALI CODE, COKRODININGRATAN,
JETIS, YOGYAKARTA**

Pendekatan Konsep Green Building dengan Passive Cooling

***LOW RISE RENTAL FLATS IN THE CODE RIVERSIDE,
COKRODININGRATAN, JETIS, YOGYAKARTA***

Green Building Concept Approach with Passive Cooling

PROYEK AKHIR SARJANA

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



Disusun Oleh :

Al Majid Ari Putra

11512235

Dosen Pembimbing :

Dyah Hendrawati, ST., M.Sc

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

2018



LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir Sarjana yang berjudul:

Bachelor Final Project entitled:

Rusunawa di Bantaran Kali Code, Cokrodiningratan, Jetis, Yogyakarta
Pendekatan Konsep *Green Building* dengan *Passive Cooling*

*Low Rise Rental Flats in The Code Riverside Cokrodiningratan, Jetis, Yogyakarta
Green Building Concept Approach with Passive Cooling*

Oleh / By:

Nama Lengkap Mahasiswa: Al Majid Ari Putra

Students' Full Name

Nomor Mahasiswa: 11512235

Student Identification Number

Telah diuji dan disetujui pada:

Has been evaluated and agreed on:

Yogyakarta, tanggal:

Yogyakarta, date:

Pembimbing: Dyah Hendrawati, ST., M.Sc <.....>
Supervisor:

Penguji: Ir Rini Darmawati, M.T. <.....>
Jury:

Diketahui oleh:
Acknowledged by:

Ketua Jurusan Arsitektur: Noor Choliz Idham, S.T, M.Arch, <.....>
Head of Department : Ph.D.

CATATAN DOSEN PEMBIMBING

Berikut adalah penilaian buku laporan akhir Proyek Akhir Sarjana :

Nama Mahasiswa : Al Majid Ari Putra

Nomor Mahasiswa : 11512235

Judul Proyek Akhir Sarjana : Rusunawa di Bantaran Kali Code, Cokrodingratan, Jetis, Yogyakarta “Pendekatan Konsep *Green Building* dengan Passive Cooling”

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

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

*) **Mohon dilingkari**

Yogyakarta, tanggal _____

Dosen Pembimbing

Dyah Hendrawati, ST., M.Sc

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, tanggal _____

Al Majid Ari Putra

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir Sarjana yang berjudul “**Rusunawa di Bantaran Kali Code, Cokrodiningratan, Jetis, Yogyakarta Pendekatan Konsep Green Building dengan Passive Cooling**”, dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan menjadi Sarjana Arsitektur Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari dosen pembimbing dan berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Proyek Tugas Akhir Sarjana ini. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberi arahan dan membantu dalam mewujudkan laporan ini, yaitu kepada:

1. Dr.-Ing.Ir.Widodo, M.Sc selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Noor Cholis Idham, S.T, M.Arch, Ph.D selaku ketua jurusan arsitektur.
3. Dr. Ir. Arif Wisnadi, M.Sc. selaku pembimbing akademik.
4. Dyah Hendrawati, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing yang selalu sabar mengarahkan dan membimbing kami untuk menyelesaikan proyek akhir sarjana ini.
5. Ir. Rini Darmawati, M.T selaku dosen penguji yang senantiasa memberi kritikan dan arahan untuk kelancaran proyek akhir sarjana.
6. Semua dosen jurusan arsitektur yang telah mengajarkan dan mendidik penulis dengan sabar dan menginspirasi.
7. Orang tua, Alm. Bapak; Ibu yang selalu memberi nasehat dan doa.
8. Ketiga kakak saya mbak Miyah, mbak Wina, dan mbak Nuning dan keluarganya.
9. Mbah Jamal, mas Gori, mas Hardana.
10. Pak Tyo dan bu Miya selaku founder sekolah Alam Aqila untuk diwawancarai penulis meskipun belum bisa penulis tuangkan dalam proyek akhir sarjana ini.
11. Teman kami dari komunitas MILLAH UII (Majlis Ilmu Islam Mahasiswa) terutama Mas Jensen, Mas Edi, Umar, Rizki, Edo, Mamen, Faris, Kemal, Yasir, Ale Jonar, Anas, Idham, Ro'id, Ade, Dzikri, Arif Rasipu, Mas Ihsan, Icing, Mayo Rio, Billah, Halil, cucu, dan dari tim Arsitektur 11, dan teman kami yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis meyakini masih banyak kekurangan dalam penulisan proyek akhir sarjana ini, oleh karena itu kritik dan saran pembaca akan berguna untuk kedepannya. Terakhir

penulis berharap proyek akhir sarjana ini akan memberi kontribusi dan manfaat yang positif kepada setiap pembaca.

Yogyakarta, 22 Juni 2018

Al Majid Ari Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
CATATAN DOSEN PEMBIMBING	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.1.1 Kepadatan Lahan.....	1
1.1.2 Pemanasan Global (<i>Global Warming</i>)	4
1.1.3 Tingkat Perekonomian	5
1.2 Rumusan Permasalahan	5
1.2.1 Permasalahan Umum	5
1.2.2 Permasalahan Khusus	5
1.3 Tujuan dan Sasaran	6
1.3.1 Tujuan	6
1.3.2 Sasaran	6
1.4 Variabel Perancangan	6
1.5 Lingkup Pembahasan	6
1.6 Metode Perancangan dan Pemecahan Masalah.....	7
1.6.1 Metode Pengumpulan Data	7
1.6.2 Metode Penelusuran Masalah	7
1.6.3 Metode Pemecahan Masalah.....	7
1.6.4 Metode Perumusan Konsep	8
1.6.5 Metode Pengujian Desain	8
1.7 Problem design.....	8
1.8 Kerangka Berpikir.....	9
1.9 Keaslian penulisan	10

BAB II PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN DAN PEMECAHANNYA.....	12
2.1 Kajian Konteks.....	12
2.1.1 Narasi Konteks Makro	12
2.1.1.1 Land Use Kawasan Makro.....	12
2.1.2 Narasi Konteks Mikro.....	13
2.1.2.1 Perencanaan Rusun dengan Konsep M3K.....	13
2.1.2.2 Aktivitas di sekitar Site Terpilih	14
2.1.3 Peraturan Resmi yang Terkait Perancangan	15
2.2 Kajian Tipologi	17
2.2.1 Rumah Susun (Rusun)	17
2.2.1.1 Definisi Rusun dan Klasifikasi Rusun	17
2.2.1.2 Geometri Rumah Susun	18
2.2.1.3 Susunan Unit Hunian	19
2.2.1.3 Standar Fasilitas Rusun.....	19
2.2.1.4 Standar Dimensi dan Kapasitas Unit Hunian.....	20
2.2.1.5 Jenis koridor dan Tangga	21
2.2.1.6 Pengguna Rusunawa	22
2.2.1.7 Infrastruktur Rusun	23
a) Tangga Darurat	23
b) Tangga Sirkulasi, koridor, dan Selasar	24
c) Alat pemadam kebakaran.....	24
d) Tempat Parkir.....	24
2.2.2 Preseden Tipologi Rusunawa di Bantaran sungai Code	29
2.2.2.1 Rusunawa Cokrodirjan.....	29
2.2.2.2 Rusunawa Jogoyudan.....	30
2.2.2.3 Rusunawa Juminahan.....	31
2.2.2.4 Kesimpulan Kajian Preseden Tipologi Rusunawa	33
2.2.4 Preseden Green Building	33
2.2.4.1 Marina One Singapore	33
2.2.4.2 Alamanda Tower.....	34
2.2.4.3 Zero Energy Building @ BCA Academy (ZEB BCA)	35
2.3 Kajian Tema.....	35
2.3.1 Kajian Green Building	35

2.3.2	Passive Cooling.....	36
2.3.2.6	Pengaplikasian Passive Cooling pada Bangunan.....	36
2.3.3	Konsep Penghematan Energi di Kawasan Tropis Lembab	41
2.3.4	Strategi desain	45
2.3.5	Green Roof.....	45
2.3.6	Kenyamanan Termal	46
2.3.5.1	Standar kelembaban udara (<i>indoor</i>)	48
2.3.5.2	Standar Suhu Ruang (<i>indoor</i>)	48
2.3.5.3	Standar kecepatan angin (<i>indoor</i>)	48
2.4	Teori Selubung dan Atap	49
2.4.1	OTTV	49
2.4.2	RTTV	49
2.5	Peta Persoalan	51
2.6	Kajian Konsep Figuratif dan Pemecahan Persoalan Perancangan	52
2.6.1	Analisis Fungsi.....	52
2.6.1.1	Property Size	52
2.6.1.2	Data Klien dan Pengguna.....	53
2.6.1.3	Analisis Alur Kegiatan Pengguna Rusunawa	55
2.6.1.4	Analisis Hubungan Ruang	56
2.6.1.5	Analisis Kebutuhan Ruang.....	57
a)	Analisis Kebutuhan Unit Hunian	57
b)	Analisis Kebutuhan Ruang Parkir.....	58
c)	Analisis Kebutuhan Fasilitas Ibadah.....	59
2.6.1.6	Progamming	61
a)	Fasilitas hunian tipikal	61
b)	Fasilitas sosial dan penunjang.....	62
c)	Ruang Terbuka.....	62
d)	Fasilitas pengelola.....	63
e)	Infrastruktur (Sirkulasi).....	64
2.6.2	Analisis Infrastruktur	64
2.6.2.1	Koridor, Tangga, dan Perletakkan Shaft	64
2.6.2.2	Barrier Free Design.....	65
2.6.2.3	Toilet Difabel	65
2.6.2.4	Ramp dan Ruang Parkir untuk Disabilitas	66

2.6.2.5	Analisis Sirkulasi	68
2.6.2.6	Analisis struktur	68
2.6.3	Analisis Bentuk dan Tata Massa	68
2.6.3.1	Analisis Angin	68
2.6.3.2	Analisis Pembayangan	70
2.6.3.3	Analisis Radiasi Matahari Outdoor	71
2.6.3.4	Analisis daylighting	72
2.6.3.5	Analisis Selubung Passive Cooling	72
2.6.3.6	Analisis atap dengan konsep green roof	72
2.6.3.7	Analisis Building Color	73
2.6.3.8	Analisis Shading System	74
2.6.4	Analisis Konteks Tapak	75
2.6.4.1	Analisis M3K	75
2.6.4.2	Analisis Vegetasi	75
BAB III HASIL RANCANGAN DAN PEMBUKTIANNYA		77
3.1	Konsep Perancangan Arsitektural	77
3.1.1	Konsep Zoning Fungsi	77
3.1.2	Konsep Infrastruktur	78
3.1.3	Konsep Passive Cooling	79
3.1.3.1	Konsep Green Roof untuk Atap Rusunawa	79
3.1.3.2	Konsep Dinding sebagai Selubung Bangunan	83
3.1.3.3	Konsep Penempatan Ruang dan Orientasi Bangunan	84
3.1.4	Konsep M3K	84
3.1.5	Konsep Struktur	85
3.1.6	Konsep Sirkulasi	86
3.2	Uji Desain	86
3.2.1	Data Iklim	86
3.2.2	Data Lokasi	87
3.2.3	Data Material dan Bukan	87
3.2.4	Pengujian Desain terhadap Suhu MRT indoor	87
3.2.5	Pengujian desain terhadap RH indoor	88
3.2.6	Pengujian desain terhadap Operative Temperature	89
3.2.7	Pengujian desain terhadap kecepatan angin Outdoor	89
3.2.8	Pengujian desain terhadap <i>Daylighting</i>	90

3.2.9	Perhitungan RTTV	90
3.2.10	Perhitungan OTTV.....	91
BAB IV DISKRIPSI HASIL RANCANGAN		92
4.1	Situasi.....	92
4.2	Site Plan (Rancangan Tapak).....	93
4.3	Denah	94
4.3.1.	Denah Block A dan Block B Lantai 1.....	94
4.3.2.	Denah Block C dan Block D Lantai 1.....	95
4.4	Selubung Bangunan dan Detail Arsitektur.....	96
4.5	Interior Bangunan	97
4.6	Sistem struktur dan utilitas.....	98
4.7	Akses Disabilitas.....	98
BAB V BAGIAN EVALUASI RANCANGAN.....		100
5.1	Konstruksi atap <i>green roof</i>	100
5.2	Layout perabot unit	100
DAFTAR PUSTAKA.....		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi perancangan	1
Gambar 1.2 Peta sebaran kawasan kumuh di kota Yogyakarta	2
Gambar 2.1 Peta Kelurahan Cokrodingratan dan Kelurahan Terban	12
Gambar 2.2 <i>Existing Land Use</i> kawasan makro	13
Gambar 2.3 Simulasi Perkampungan Code dengan Pendekatan Horizontal pada kawasan mikro.....	14
Gambar 2.4 Keadaan site terpilih.....	15
Gambar 2.5 Ilustrasi wilayah penguasaan sungai	17
Gambar 2.6 Bentuk dasar rumah susun	18
Gambar 2.7 Jenis-jenis Koridor	22
Gambar 2.8 Dilatasi	27
Gambar 2.9 Marina One Singapore passive cooling strategi (<i>sky garden</i> , fasad dan shading yang sesuai konteks lokasi, jumlah RTH, ventilasi silang)	34
Gambar 2.10 Alamanda tower passive design	34
Gambar 2.11 Penerapan <i>passive cooling</i> pada ZEB BCA	35
Gambar 2.12 Passive Cooling menggunakan shading matahari	37
Gambar 2.13 Skema PCM	37
Gambar 2.14 Passive Cooling Shelter.....	37
Gambar 2.15 Heat Sinks	38
Gambar 2.16 Atap bersifat sebagai pendingin	38
Gambar 2.17 Atap dengan lapisan reflektif	39
Gambar 2.18 Atap bertanaman	39
Gambar 2.19 Skematik <i>Eco-evaporative cooling</i>	39
Gambar 2.20 Wind Tower	40
Gambar 2.21 Skematik Solar Chimney.....	40
Gambar 2.22 Night ventilation.....	40
Gambar 2.23 Solar-assisted AC	41
Gambar 2.24 Intelligent facade	41
Gambar 2.25 Penerimaan panas matahari pada bangunan	42
Gambar 2.26 Penempatan fungsi ruang sesuai arah matahari.....	42
Gambar 2.27 shading matahari	43
Gambar 2.28 ruang antara atap dan langit-langit.....	43
Gambar 2.29 cahaya <i>diffuse</i>	44
Gambar 2.30 cross ventilation	44
Gambar 2.31 <i>Warna dan tekstur</i>	44
Gambar 2.32 Perancangan tanaman.....	45
Gambar 2.33 <i>Pengujian simulasi thermal ruangan dengan green roof</i>	46
Gambar 2.34 Peta Persoalan	51
Gambar 2.35 Peta GSB Kecamatan Jetis, Yogyakarta	52

Gambar 2.36 Pengaturan Parkir Mobil	59
Gambar 2.37 Satuan Ruang Parkir Motor.....	59
Gambar 2.38 Tempat wudhu duduk.....	60
Gambar 2.39 Koridor eksterior	65
Gambar 2.40 Standar ukuran toilet disabilitas	65
Gambar 2.41 Standar ramp disabilitas	66
Gambar 2.42 Potongan Ramp Disabilitas	67
Gambar 2.43 <i>Perspektif Ramp Disabilitas</i>	67
Gambar 2.44 <i>Standar Parkir Disabilitas</i>	67
Gambar 2.45 Analisis Sirkulasi	68
Gambar 2.46 Wind Rose dalam rentang satu tahun.....	69
Gambar 2.47 Analisis tata massa berdasarkan analisis arah angin terbesar.....	69
Gambar 2.48 Pembayangan pada bangunan 4 lantai dengan tinggi 15m beratap datar....	71
Gambar 2.49 Radiation rose pada tanggal 23 September, pukul 12.00-14.00.....	71
Gambar 2.50 Analisis radiasi matahari pada tanggal 23 September, pukul 12.00-14.00 .	72
Gambar 2.51 Analisis daylighting pada pukul 10.00 WIB	72
Gambar 2.52 Analisis atap green roof terhadap suhu radiasi.....	73
Gambar 2.53 <i>Analisis temperature radiasi pada penggunaan dinding bata bercat putih</i> 74	
Gambar 2.54 <i>Analisis view ke sungai</i>	75
Gambar 3.1 Konsep Zoning Fungsi	77
Gambar 3.2 Konsep Zoning Fungsi Pembagian Ruang	78
Gambar 3.3 Konsep Infrastruktur	79
Gambar 3.4 Ilustrasi potongan green roof	79
Gambar 3.5 Potongan green roof	82
Gambar 3.6 <i>Green roof</i>	82
Gambar 3.7 Perspektif rancangan atap dalam satu blok rusunawa	82
Gambar 3.8 Bentuk selubung bangunan	83
Gambar 3.9 Konsep penempatan ruang	84
Gambar 3.10 Konsep M3K pada pendekatan <i>Madhep</i>	85
Gambar 3.11 Konsep M3K pada pendekatan Mundur.....	85
Gambar 3.12 Konsep struktur	85
Gambar 3.13 konsep sirkulasi	86
Gambar 3.14 Uji desain simulasi suhu <i>radiant temperature</i> indoor pada ketinggian 1m tiap permukaan lantai	87
Gambar 3.15 Uji desain simulasi suhu MRT indoor.....	88
Gambar 3.16 Uji desain simulasi RH indoor	88
Gambar 3. 17 Uji desain simulasi operative temperature pada rancangan	89
Gambar 3.18 Uji desain pengukuran angin.....	89
Gambar 3.19 Uji desain simulasi <i>daylighting</i>	90

Gambar 4.1 Situasi.....	92
Gambar 4.2 Site Plan	93
Gambar 4.3 Denah lantai 1 block A dan B	95
Gambar 4.4 Denah lantai 1 block A dan B	96
Gambar 4.5 <i>Green roof</i>	97
Gambar 4.6 unit tipe 28	97
Gambar 4.7 unit tipe 28	98
Gambar 4.8 Struktur grid beton bertulang	98
Gambar 4.9 <i>Akses Disabilitas</i>	99
Gambar 5.1 Potongan kuda-kuda green roof	100
Gambar 5.2 Denah layout perabot	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel kriteria pemilihan site	14
Tabel 2.2 Fasilitas standar Rusunawa	19
Tabel 2.3 Fasilitas <i>Fixture</i>	20
Tabel 2.4 besaran unit hunian	20
Tabel 2.5 standar dimensi unit rusun	21
Tabel 2.6 Strategi desain pada iklim tropis-lembab.....	45
Tabel 2. 7 nilai (α) untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya	50
Tabel 2. 8 Nilai penyerapan radiasi matahari (α) untuk cat permukaan dinding luar	50
Tabel 2. 9 Nilai transmitasi termal maksimal penutup atap (<i>Ur</i>)	51
Tabel 2.10 Pedoman sederhana nilai <i>TDEk</i>	51
Tabel 3.1 Kebutuhan unit hunian.....	77
Tabel 3.2 Spesifikasi vegetasi untuk <i>green roof</i> yang diteliti di Hong Kong	80
Tabel 3.3 Spesifikasi vegetasi untuk <i>green roof</i>	80
Tabel 3.4 Data <i>thermal properties</i> media tanam.....	80
Tabel 3.5 Ringkasan data <i>roof membrane</i>	81
Tabel 3.6 Ringkasan data <i>8in Concrete HW</i>	81
Tabel 3.7 Thermal properties dinding bata cat putih kilap	83
Tabel 3.8 Data Cuaca di Yogyakarta	86
Tabel 3. 9 Data Lokasi	87

ABSTRAK

Kota Yogyakarta terus mengalami lonjakan pertumbuhan populasi dan pembangunan infrastruktur. Keduanya merupakan sedikit dari penyebab timbulnya beragam masalah, seperti kepadatan lahan yang mengakibatkan menjamurnya daerah kumuh dan menurunnya jumlah RTH. Sayangnya daerah kumuh yang muncul di Kota tersebut, menyebar rata di sekitar pinggiran sungai, terutama kali (sungai Code), dan mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas ruang hijau di tempat tersebut.

Rumah Susun Sederhana Sewa (rusunawa) sebagai solusi menjawab kawasan padat permukiman dan kemiskinan, merupakan solusi yang sudah lama dikenalkan oleh para perancang perkotaan. Rusunawa dengan pendekatan konsep *green building* bagi Masyarakat Berpeghasilan Rendah (MBR) akan diangkat sebagai tema proyek ini. Proyek tersebut dilatar belakangi oleh konflik ruang antara manusia dengan alamnya yang terjadi di bantaran sungai di perkotaan padat penduduk. Kondisi bantaran sungai yang berubah fungsi menjadi tempat tinggal menjadi dilema dari segi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Telah umum diketahui bahwa perubahan tersebut mengakibatkan berbagai bencana alam dan kesenjangan sosial.

Ruangan yang panas dan perancangan rusunawa yang tidak tepat turut mempercepat terjadinya pemanasan global, dikarenakan peningkatan penggunaan energi pendingin buatan dan penurunan kuantitas vegetasi. *Passive cooling* merupakan langkah bijak untuk menjawab permasalahan diatas. Tantangan dalam proyek ini adalah mengadakan hunian yang ramah bagi manusia dan alam, dengan memperhatikan aspek *green building*.

Penggunaan material dan strategi desain yang berorientasi pada *passive cooling* dalam perancangan rusunawa ini, terbukti telah memberi banyak dampak positif dari segi kenyamanan termal penghuni. Kenyamanan termal yang dimaksud yaitu dari segi suhu radiasi, suhu operatif, kelembaban, kecepatan angin, dan pencahayaan yang telah memenuhi standar yang berlaku di Indonesia. Disamping memberi kenyamanan termal, dalam perancangan ini mempertimbangkan aspek-aspek seperti : akomodasi jumlah Kepala Keluarga

(KK) yang terkena dampak banjir, akomodasi jumlah KK yang lahannya akan dibangun rusunawa, dan konsep Mungah, Madhep, Mundhur Kali (M3K)

Kata kunci : rusunawa, green building, passive cooling

ABSTRACT

Yogyakarta City continues to experience a surge in population growth and infrastructure development. Both are a few of the causes of various problems, such as land densities that result in the proliferation of slums and the decreasing number of green open space. Unfortunately the slums that appeared in the City, spread evenly around the riverbanks, especially times (Code river), and resulted in a decrease in the quality and quantity of the green spaces in the place.

Simple Flats Rent (rusunawa) as a solution to answer densely populated areas of settlements and poverty, is a solution that has long been introduced by urban designers. Rusunawa with a green building concept approach for Low-Income Communities (MBR) will be appointed as the theme of this project. The project is based on the conflicts of space between humans and their nature that occurs in riverbanks in crowded urban areas. The condition of river banks that turn function into dwellings become economic, social, and environmental dilemmas. It is well known that these changes result in a variety of natural disasters and social inequalities.

The hot spaces and improper design of rusunawa helped accelerate global warming, due to increased use of artificial cooling energy and decreasing vegetation quantity. Passive cooling is a wise step to answer the above problems. The challenge in this project is to provide human-nature-friendly housing, taking into account the green building aspect.

The use of materials and design strategies oriented to passive cooling in the design of this rental apartment, proved to have a lot of positive impacts in terms of thermal comfort of residents. Thermal comfort in question is in terms of radiation temperature, operative temperature, humidity, wind speed, and lighting that meets the prevailing standards in Indonesia. Besides providing thermal comfort, in this design consider the following aspects: accommodation of head of household affected by flood, accommodation of the number of households whose land will be built by rusunawa, and the concept of Mungguh, Madhep, Mundhur Kali (M3K)

Keywords: rusunawa, green building, passive cooling

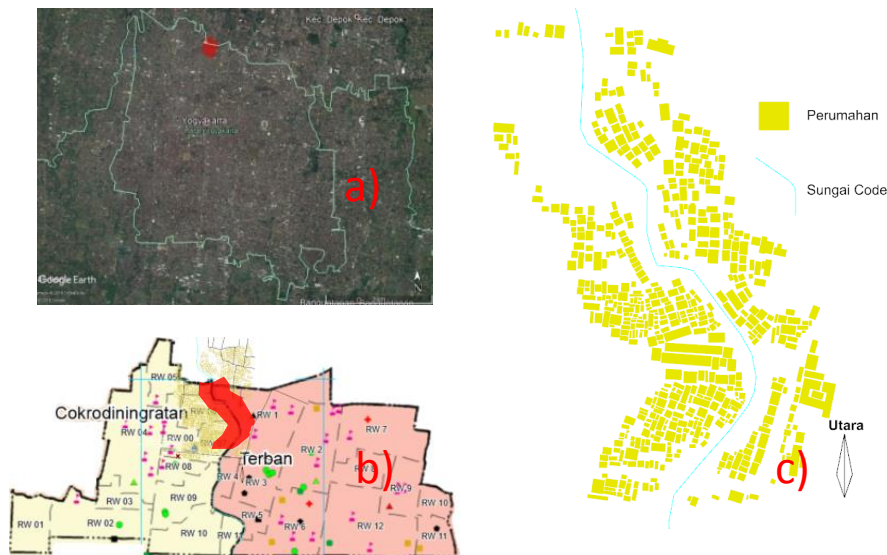
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

1.1.1 Kepadatan Lahan

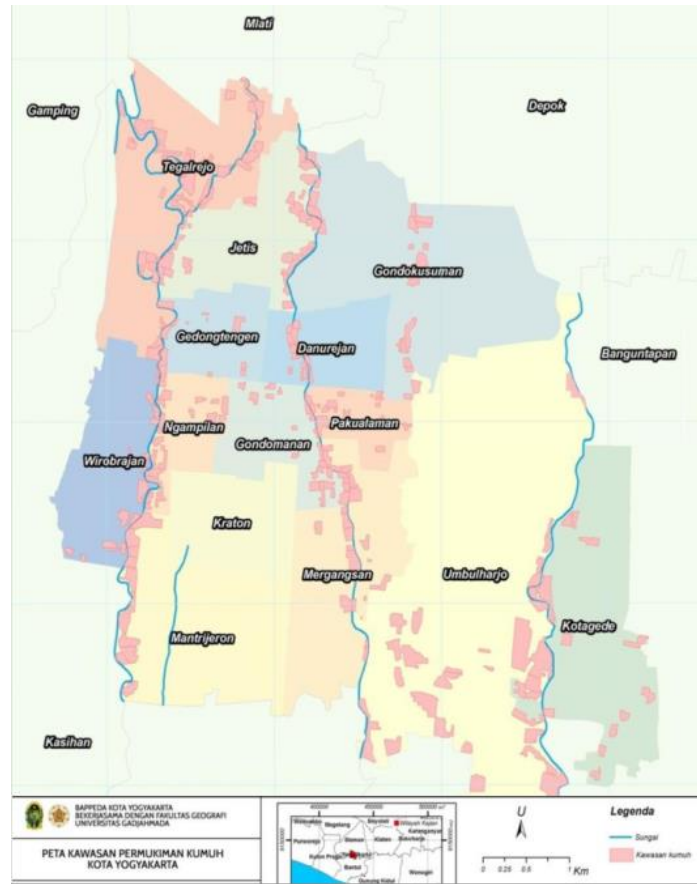
Yogyakarta dikenal sebagai Kota Pelajar dan merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan kepadatan tinggi¹. Sejalan dengan data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) (2017), Kota Yogyakarta adalah kota terpadat di provinsi ini, dengan kepadatan penduduk 12.583,66 jiwa per km² atau setiap 1 km² dihuni 12.583,66 orang. Kepadatan tersebut dapat terlihat dari banyaknya rumah-rumah yang memenuhi pinggiran aliran sungai-sungai besar di kota Yogyakarta, seperti permukiman Kali Code yang berada diantara Kelurahan Jetis dan Kelurahan Terban yang berjumlah 646 rumah (lihat gambar 1.1). Sayangnya, kota Yogyakarta harus menghadapi permasalahan permukiman kumuh yang sebagian besarnya berada di bantaran sungai (Suparwoko & Dewi, 2015).



Keterangan : a) Peta Mezzo wilayah Kota Yogyakarta, b) Peta Makro wilayah Kecamatan Cokrodiningratan dan Terban, c) Peta Mikro sebaran 646 rumah diantara perbatasan kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Terban di sungai Code dihitung dari radius 100 meter dari garis tengah sungai

Gambar 1.1 Peta lokasi perancangan
Sumber : analisis STUPA 7, 2016

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Yogyakarta>, diakses pada 31/01/2018



Gambar 1.2 Peta sebaran kawasan kumuh di kota Yogyakarta
 Sumber : <http://ciptakarya.pu.go.id/bangkim/perdakumuh/upload/61-50-3.%20Sharing%20Penyusunan%20Perda%20Kota%20Yogyakarta.pdf>

Menurut Kepala Dinas PUPKP Kota Yogyakarta, Agus Tri Haryono, luas kawasan kumuh di Yogyakarta tersisa 106,39 hektar dan direncanakan pada akhir 2018 tersisa 54,7 hektar (Hasanudin, 2018). Sebagian besar permukiman kumuh tersebut menyebar di bantaran sungai-sungai, terutama permukiman di sungai Code (lihat gambar 1.2). Kondisi kawasan Code secara umum telah diketahui padat rumah-rumah yang saling berhimpitan dan menggerus lebar sungai. Berdasarkan Mujiyanti (2012), kelompok masyarakat di perkampungan kali Code terbagi menjadi dua, yaitu masyarakat miskin yang menempati bantaran sungai dan masyarakat berkecukupan yang menghuni perumahan. Pada awalnya kondisi kawasan tersebut tidak padat dan dihuni warga asli Yogyakarta yang mewarisi tanah tanpa sertifikat berupa : tanah *wedi kanser* (tanah luapan sungai Code), tegalan (kebun) yang dipenuhi pisang dan ketela rambat, dan tanah *bong* (tanah pemakaman Tionghoa). Seiring perkembangan zaman, pertumbuhan populasi yang meningkat disertai arus urbanisasi dari luar kota Yogyakarta, menciptakan

berbagai masalah, diantaranya dari segi sosial (dikenal daerah hitam sebelum tahun 1980), ekonomi (kemiskinan dan rumah ilegal), dan ekologis (pencemaran lingkungan). Alasan mereka mempertimbangkan lokasi tersebut diantaranya : harga tanah dan sewa yang tinggi di perkotaan, bebas biaya konsumsi air karena ada air sungai, jarak yang dekat dengan mata pencaharian, dan kondisi ekonomi warga yang lemah. Berbagai program penggusuran telah dilakukan, hingga tokoh masyarakat sekaligus arsitek, Yusuf Bilyarta Mangunwijaya atau Romo Mangun turun tangan untuk menolak penggusuran dan mengubah secara fisik dan mental tatanan masyarakat di kampung tersebut, sehingga pada tahun 1983 kampung Code diakui sebagai kampung yang legal (Mujiyanti, 2012).

Kawasan bantaran kali Code memiliki kerawanan pada bencana alam yang telah terbukti dilaporkan pada tahun 2006 dan 2010, rumah-rumah di pinggir sungai Code dan talud sungai hancur diterjang erupsi lahar dingin gunung Merapi (Ramdhon, 2018) dan sejumlah daerah rawan longsor telah dilaporkan tersebar di daerah tebing timur kelurahan Terban, tebing di wilayah Jetisharjo, tebing Utara Jembatan Baru UGM (Pogung), Ngebanan, dan beberapa tebing di sekitar Jembatan Gondolayu baik di sisi barat dan timur (Nugroho, 2017). Beban massa bangunan yang berat yang berada di pinggir sungai merupakan salah satu penyebab longsor karena perletakkannya yang berada di tepi bantaran sungai.

Dapat disimpulkan bahwa kawasan Code di kelurahan Cokrodiningratan perlu ada upaya untuk mengatasi kepadatan lahan di bantaran kali Code.

1.1.2 Pemanasan Global (*Global Warming*)

Provinsi D.I. Yogyakarta telah mengalami peningkatan suhu sebesar 0,6°C dalam satu dekade (10 tahun), terang Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Urip Haryoko (Natalia, 2018). Fakta umum yang menyebabkan keadaan tersebut adalah Kota Yogyakarta terus mengalami peningkatan populasi dan pembangunan, namun defisit Ruang Terbuka Hijau (RTH). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sekretaris Ikatan Ahli Perencanaan (IAP) D.I.Y. Agus Tri Cahyono dalam *Harianjogja.com*, RTH (Publik dan Privat) Kota Yogyakarta baru mencapai 18,76%, (Mustika, 2017), padahal jumlah yang disarankan menurut UU RI No. 26 Tahun 2007 adalah 30%. Permasalahan tersebut dikhawatirkan akan menyumbangkan dampak buruk terjadinya *Urban Heat Island* (UHI) atau suhu di kota lebih panas dari pinggir kota, karena ruang hijau yang menipis tergerus oleh laju peningkatan populasi dan pembangunan (dalam Mohajerani, Bakaric, & Jeffrey-Bailey, 2017).

Kawasan bantaran sungai Code dikenal sebagai kawasan permukiman padat, namun kekurangan RTH. Pemerintah Kota Yogyakarta telah berupaya mengatasi kepadatan di kawasan tersebut dengan mendirikan sejumlah rumah susun sederhana sewa (rusunawa) yang berada di kawasan tersebut. Rusunawa yang telah dibangun pemerintah diantaranya rusunawa Juminahan, rusunawa Cokrodirjan, dan rusunawa Jogoyudan, namun ketiganya masih menerapkan penutup atap yang tidak ramah lingkungan yaitu genteng metal dan tidak memperhatikan orientasi dan upaya menghalau radiasi matahari atau shading yang tepat (Mulyandari, 2012). Dampak dari pemakaian material atap tersebut bagi alam yaitu meningkatkan potensi UHI dan pemanasan global (Frick, 2008), sedangkan bagi manusia yaitu penghuni lantai teratas akan merasakan kepanasan ketika siang hari dan suara berisik ketika turun hujan dan suhu dan kelembaban ruang yang tidak nyaman karena orientasi dan shading tersebut.

Berdasarkan penjabaran diatas dapat ditarik kesimpulan, bahwa dibutuhkan rusunawa yang memperhatikan suhu yang nyaman sesuai standar.

1.1.3 Tingkat Perekonomian

Provinsi D.I. Yogyakarta merupakan provinsi dengan tingkat persentase kemiskinan no. 14 dari seluruh provinsi di Indonesia (BPS Provinsi DIY, 2017). Kemiskinan di kota Yogyakarta, karena kaum yang berpendapatan rendah tidak mampu membeli atau menyewa hunian di pusat kota, sehingga mereka beralih menempati tanah di bantaran sungai Code, karena mereka berasumsi tanah tersebut bebas dimanfaatkan oleh siapa saja (Ramdhon, 2018). Kondisi perekonomian masyarakat tersebut tercermin dari mata pencahariannya yang berada di kelas ekonomi menengah kebawah seperti : pemulung, usaha tambal ban, usaha warung, buruh gendong di pasar, kuli bangunan, beternak ikan, dan karyawan swasta (Triharti dkk., 2015).

Kelurahan Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis merupakan salah satu daerah yang wilayahnya berada di bantaran sungai Code dan memiliki jumlah rumah tangga miskin sebanyak 547 jiwa (Kecamatan Jetis Dalam Angka Tahun, 2017). Mata pencaharian penduduk di kawasan kampung Jetisharjo ini terbilang heterogen, namun mayoritas berdagang dan wirausaha, sedangkan sisanya menjadi pegawai hotel, buruh lepas, dan lain sebagainya (Ramdhon, 2018)..

Kesimpulan yang dapat diambil dari *point* terakhir latar belakang ini adalah bagaimana merancang rumah susun yang mempertimbangkan kemampuan ekonomi masyarakat.

1.2 Rumusan Permasalahan

1.2.1 Permasalahan Umum

Bagaimana merancang rusunawa dengan pendekatan green building dengan konsep hemat energi untuk MBR, di Cokrodiningratan, Yogyakarta?

1.2.2 Permasalahan Khusus

1. Bagaimana merancang selubung rusunawa dengan pendekatan *passive cooling*?
2. Bagaimana merancang atap rusunawa yang mampu mereduksi panas dalam ruangan?

1.3 Tujuan dan Sasaran

1.3.1 Tujuan

Mampu merancang rusunawa sebagai solusi mengurangi kepadatan lahan di bantaran sungai Code yang mempertimbangkan konsep *green building*.

1.3.2 Sasaran

1. Mampu merancang selubung rusunawa yang hemat energi dengan penerapan *passive cooling*.
2. Mampu merancang atap rusunawa yang mampu mereduksi panas dalam ruangan

1.4 Variabel Perancangan

Variabel		indikator	Tolok ukur
Gubahan massa	Orientasi	Orientasi massa yang memaksimalkan pencahayaan alami dan penghawaan alami.	Standar daylight dan standar udara yang nyaman
	Tata ruang	Ruang hunian yang nyaman untuk penghuni	Standar rusunawa dalam PERDA, SNI, dan literatur resmi lainnya
Selubung bangunan	Bentuk atap	Bentuk atap yang mereduksi panas bangunan	SNI
	Material dinding	Material yang menurunkan suhu panas indoor	SNI

1.5 Lingkup Pembahasan

Pembahasan pada perancangan ini dibatasi pada beberapa aspek yaitu : tempat di lokasi sungai Code, waktu 23 september, batasan banjir dan pendekatan *green building* berupa *passive cooling*.

1.6 Metode Perancangan dan Pemecahan Masalah

Metode yang digunakan pada perancangan ini mengacu pada metode perancangan William Pena (dalam Zulhidayat, 2018) yang terdiri dari :

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu :

a) Data Primer

Data ini berisi tentang data kondisi dan konteks site perancangan berupa data iklim, aktivitas, potensi, dan kondisi eksisting lainnya di di bantaran sungai Code, Kelurahan Cokrodiningratan, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta.

b) Data Sekunder

Data ini berisi tentang data pendukung yang berguna untuk proses perancangan yang bersumber dari buku, thesis, jurnal, artikel, peraturan perundang-undangan dan peraturan pemerintah setempat.

1.6.2 Metode Penelusuran Masalah

Metode ini dilakukan dengan mencari isu arsitektural dan non arsitektural, yang kemudian dicari variabel masing-masingnya dan terakhir adalah menentukan bangunan apa yang dapat mengatasi isu-isu tersebut. Hasil dari metode ini berupa peta persoalan yang dirangkum pada bagian akhir Bab 2.

1.6.3 Metode Pemecahan Masalah

Tahapan ini dilakukan dengan menganalisa kajian berdasarkan rumusan masalah yang telah ditulis yaitu :

a) Kajian tentang rumah susun

Kajian ini membahas tentang standar ruang, kebutuhan ruang, dan berbagai hal teknis mengenai rusun.

b) Kajian tentang *green building*

Kajian ini membahas tentang konsep dasar dan cabang-cabang *green building* yang berguna untuk membantu terlaksananya konsep hemat energi pada rusun.

c) Kajian tentang *passive cooling*

Kajian ini membahas tentang metode yang digunakan untuk membantu terjadinya kenyamanan termal pada rusun.

1.6.4 Metode Perumusan Konsep

Tahapan ini memuat semua analisis dari hasil kajian kondisi sosial ekonomi

1.6.5 Metode Pengujian Desain

Metode pengujian dilakukan dengan 3 cara yaitu :

a) Metode grafis

Metode ini dilakukan dengan memvisualkan desain rusun dengan penerapan *passive cooling* kepada responden (mahasiswa atau alumni jurusan arsitektur).

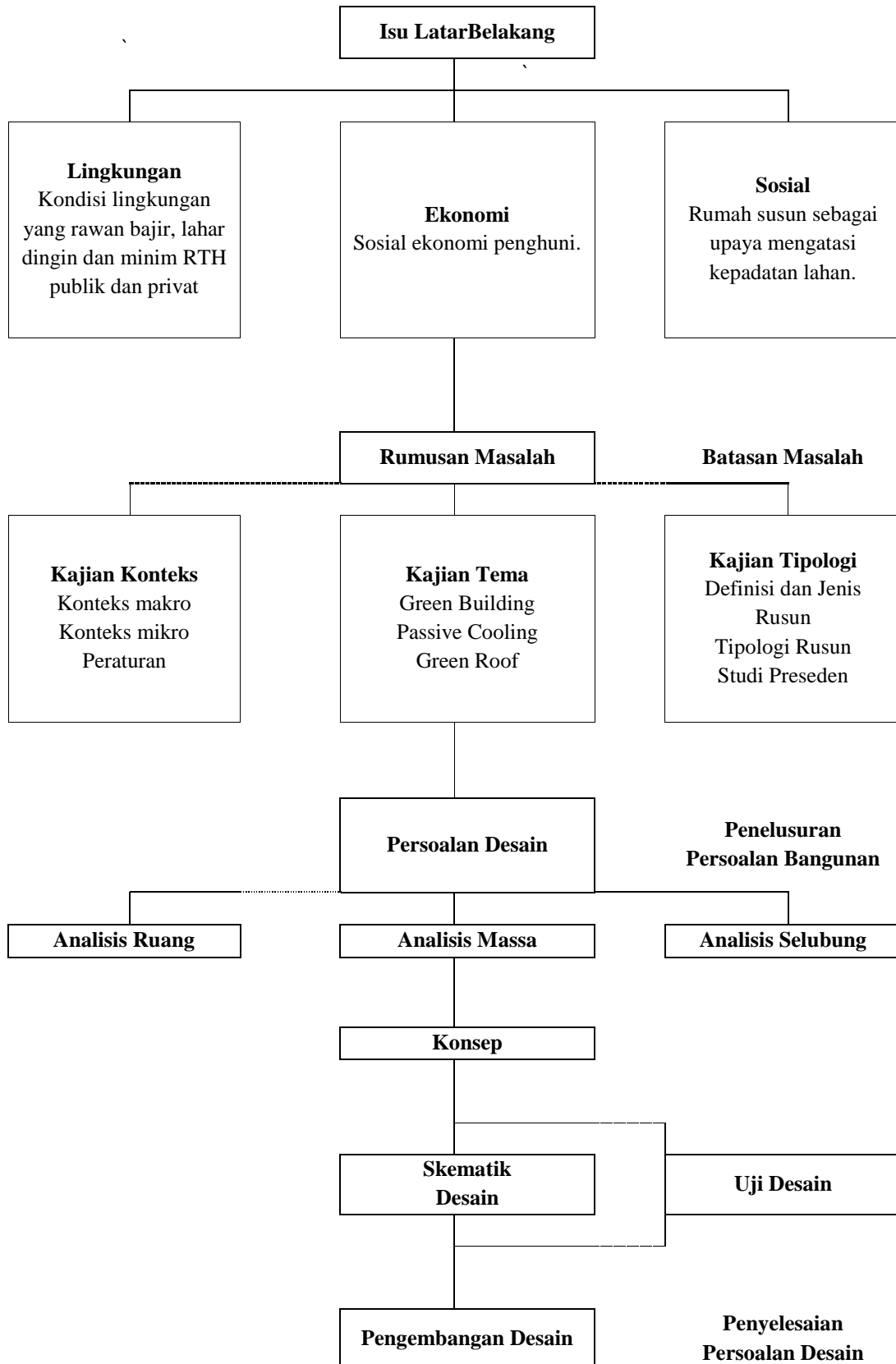
b) Metode matematis atau simulasi

Metode ini dilakukan dengan cara menghitung kapasitas massa rusun dalam menampung jumlah rumah yang akan direlokasi, selanjutnya menganalisis kenyamanan termal pada rusun dengan alat atau *software* simulasi seperti : *Rhinoceros 5* dengan *plug-in grasshopper*, yang dilengkapi *add-in Ladybug* (berisi data dan penganalisis cuaca), *Honeybee* (berisi *energyplus*, *daysim*, *radiance*, dan *open studio*), *butterfly*, dan *Autodesk Flow Design* (*simulator angin*).

1.7 Problem design

Bagaimana merancang rusun dengan konsep green building yang sesuai dengan kemampuan ekonomi masyarakat dengan memperhatikan isu lingkungan.

1.8 Kerangka Berpikir



1.9 Keaslian penulisan

1. Judul : Rumah Susun Bionik di Baciro, Yogyakarta
Penulis : Abdul Ghofur/11512222/TA
Penekanan : penerapan konsep arsitektur ekologis dengan metode arsitektur bionik untuk memberikan kedinamisan bangunan.
Permasalahan : Bagaimana merancang rumah susun yang merespon terhadap lingkungan bantaran sungai dan berlandaskan perilaku pengguna, serta memiliki bentukan menarik dengan penerapan konsep bionik arsitektur sebagai respon terhadap bentukan rusun yang monoton ?
Perbedaan : Lokasi Perancangan, dan pada skripsi ini menekankan pendekatan konsep bionik yaitu bentukan dan manajemen ruang yang mengadopsi sistem jaringan makhluk hidup ke konstruksi bangunan.
Persamaan : Kesamaannya terletak pada merancang rumah susun yang berlokasi di pinggir sungai.
2. Judul : Rumah Susun Hemat Energi
Penulis : Risyad Arief/01512001/TA
Penekanan : Konsep hemat energi dengan memanfaatkan energi matahari, perletakan massa bangunan, dan
Permasalahan : Kepadatan penduduk, bagaimana memanfaatkan energi matahari di lahan yang terbatas, keterbatasan ruang interaksi sosial di rusun, area menjemur pakaaian yang mengganggu di rusun.
Perbedaan : Lokasi perancangan dan penggunaan photovoltaic sebagai solusi penghematan energi

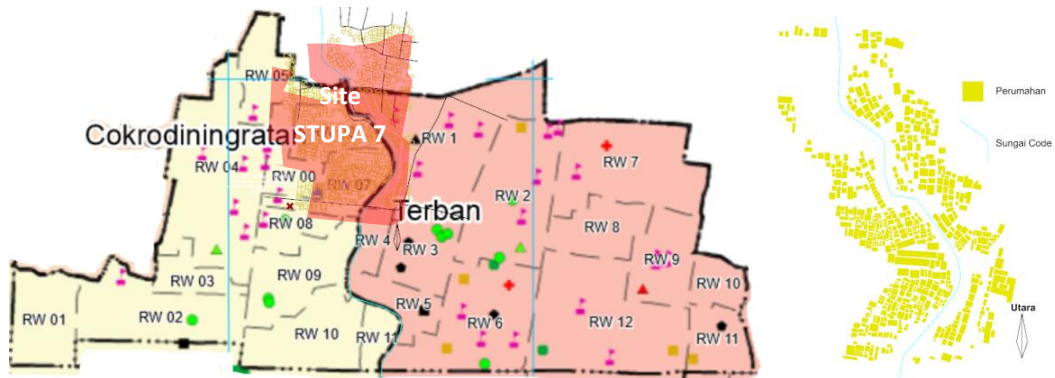
- Persamaan : Penggunaan cross ventilasi, konsep pengoptimalan sirkulasi udara.
3. Judul : Rumah Susun Sagan Yogyakarta
- Penulis : Syaiful Rais/11512240/TA
- Penekanan : Pendekatan konsep zero energy building pada pemanfaatan potensi angin dan matahari
- Permasalahan : Bagaimana merancang bangunan rumah susun dengan konsep *Zero Energy Building* melalui pemanfaatan potensi energi angin dan matahari?
- Perbedaan : *Zero energy* yang ditekankan pada bangunan berupa turbin angin dan photovoltaic, dan lokasi yang berbeda
- Persamaan : Merancang bangunan hemat energi, menggunakan penghawaan alami dan pencahayaan alami.

BAB II PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN DAN PEMECAHANNYA

2.1 Kajian Konteks

2.1.1 Narasi Konteks Makro

Kelurahan Cokrodiningratan memiliki luas wilayah 0,66 km² yang terdiri dari 11 RW dan 57 Rukun Tangga (RT) (BPS Kota Yogyakarta, 2017). RW 07, RW 06, sebagian RW 05 Kelurahan Cokrodiningratan, dan sebagian RW 01 Kelurahan Terban merupakan beberapa wilayah yang dilalui sungai Code. Wilayah tersebut memiliki jumlah rumah-rumah yang membentuk permukiman dengan kepadatan tinggi. Terhitung dari hasil analisis pada mata kuliah Studio Perancangan Arsitektur (STUPA) 7 terdapat 646 rumah yang berada dalam jarak 100 m garis tengah sungai (gambar 2.1). Kawasan yang berkontur miring ke arah sungai ini rentan terhadap berbagai masalah, diantaranya dari kepadatan lahan yang menyebabkan menjamurnya permukiman kumuh dan menurunkan kualitas serta kuantitas ruang hijau. Aspek yang perlu diwaspadai lainnya, adalah bencana alam yang disebabkan aliran lahar dingin dari gunung Merapi dan banjir (Ramdhon, 2018).



Gambar 2.1 Peta Kelurahan Cokrodiningratan dan Kelurahan Terban
(Sumber : STUPA 7, 2016)

2.1.1.1 Land Use Kawasan Makro

Penggunaan lahan didominasi oleh fungsi permukiman, terutama di sepanjang aliran sungai Code. Sementara di jalan utama dan jalan lokal difungsikan sebagai area komersil dan beberapa sebagai area pendidikan. Pada

kawasan ini tidak dijumpai rumah susun (rusun) untuk mengatasi kepadatan lahan, yang ada hanya hotel Tentrem.



Keterangan : a) peta land use makro, b) kondisi kawasan makro

Gambar 2.2 Existing Land Use kawasan makro

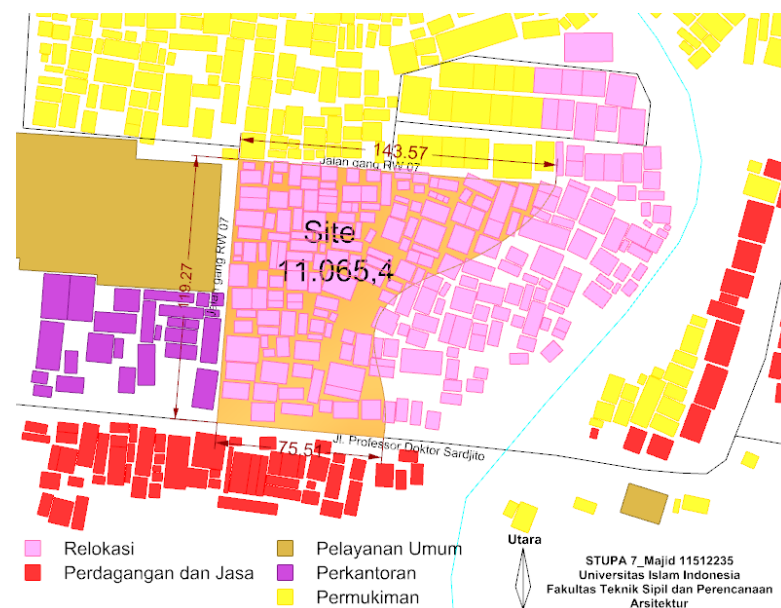
Sumber : STUPA 7, 2016

2.1.2 Narasi Konteks Mikro

2.1.2.1 Perencanaan Rusun dengan Konsep M3K

Lokasi perancangan untuk studi PAS ini ditetapkan pada wilayah RW 07 kelurahan Cokrodiningratan. Site yang telah terpilih tersebut akan direncanakan rusun dengan konsep M3K atau *munggah* (dibangun vertikal), *madhep* (bangunan menghadap sungai), *mundhur* (batasan rawan banjir) sebagai respon terhadap bencana banjir dan lahar dingin. Berdasarkan hasil STUPA 7, konsep M3K dengan pendekatan vertikal, terdapat **106 rumah** yang perlu direlokasi dan

ditambah **134 rumah** pada site perancangan sehingga totalnya **240 rumah** (lihat gambar 2.4).



Gambar 2.3 Simulasi Perkampungan Code dengan Pendekatan Horizontal pada kawasan mikro
Sumber : STUPA 7, 2016

Sementara itu, pemilihan site perancangan didasarkan atas beberapa faktor seperti pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tabel kriteria pemilihan site

Faktor pemilihan site
<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah relokasi terbesar yaitu 109 rumah berdasarkan simulasi pada STUPA 7 <ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada rusunawa di sekitar site • Dekat dengan sarana fasilitas kota seperti sekolah, kantor, tempat dagang, dan jalan raya <ul style="list-style-type: none"> • Land use yang sesuai perencanaan kota

Sumber : analisis STUPA 7, 2016

2.1.2.2 Aktivitas di sekitar Site Terpilih

Aktivitas masyarakat pada pagi hari di sekitar site berdasarkan gambar 2.4 dibawah diantaranya : berjualan sayuran, membuka usaha warung, bersepeda ke sekolah, berangkat kerja, memancing di sungai, menjemur pakaian di jembatan, dan buang hajat di sungai.

Bentuk bangunan pada konteks, rata-rata beratap pelana dengan tinggi minimal 1 lantai.



Gambar 2.4 Keadaan site terpilih
Sumber : dokumentasi pribadi, 2018

2.1.3 Peraturan Resmi yang Terkait Perancangan

Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Tinggi Bangunan yang disyaratkan dalam Peraturan Walikota Yogyakarta di kawasan Jetisharjo yaitu KDB maksimum 70-80% dan tinggi bangunan 20 s/d 24 meter (dalam Suparwoko & Dewi, 2015).

Bedasarkan (Menteri Pekerjaan Umum, 2007), bangunan rusuna bertingkat tinggi harus memenuhi ketentuan garis sempadan bangunan dan jarak bebas antar bangunan gedung, dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Dalam hal bangunan rusuna bertingkat tinggi dibangun berbatasan dengan jalan, maka tidak boleh melanggar garis sempadan jalan yang ditetapkan untuk jalan yang bersangkutan.
- b. Dalam hal bangunan rusuna bertingkat tinggi dibangun berbatasan dengan sungai, maka tidak boleh melanggar garis sempadan sungai yang ditetapkan untuk sungai yang bersangkutan.

c. Dalam hal bangunan rusuna bertingkat tinggi dibangun di tepi pantai/danau, maka tidak boleh melanggar garis sempadan pantai/danau yang bersangkutan.

d. Jarak bebas bangunan rusuna bertingkat tinggi terhadap bangunan gedung lainnya minimum 4 m pada lantai dasar, dan pada setiap penambahan lantai/tingkat bangunan ditambah 0,5 m dari jarak bebas lantai di bawahnya sampai mencapai jarak bebas terjauh 12,5 m.

e. Jarak bebas antar dua bangunan rusuna bertingkat tinggi dalam suatu tapak diatur sebagai berikut:

(1) dalam hal kedua-duanya memiliki bidang bukaan yang saling berhadapan, maka jarak antara dinding atau bidang tersebut minimal dua kali jarak bebas yang ditetapkan;

(2) dalam hal salah satu dinding yang berhadapan merupakan dinding tembok tertutup dan yang lain merupakan bidang terbuka dan/atau berlubang, maka jarak antara dinding tersebut minimal satu kali jarak bebas yang ditetapkan;

(3) dalam hal kedua-duanya memiliki bidang tertutup yang saling berhadapan, maka jarak dinding terluar minimal setengah kali jarak bebas yang ditetapkan.

f. Ketentuan tentang garis sempadan dan jarak bebas antar bangunan ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat dan/atau peraturan menteri.

a) Peraturan tentang Sungai

Definisi Garis Sempadan Sungai

“Garis sempadan sungai adalah garis maya di kiri dan kanan palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai” (Menteri Pekerjaan dan Perumahan Rakyat, 2015).

Definisi Bantaran Sungai

“Bantaran sungai adalah ruang antara tepi palung sungai dan kaki tanggul sebelah dalam yang terletak di kiri dan/atau kanan palung sungai” (Menteri Pekerjaan dan Perumahan Rakyat, 2015)

Sungai Code merupakan sungai tidak bertanggung di dalam kawasan perkotaan, berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 28/PRT/M/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, maka garis sempadan tersebut ditentukan paling sedikit berjarak 3 (tiga) meter dari tepi luar kaki tanggul sepanjang alur sungai.



Gambar 2.5 Ilustrasi wilayah penguasaan sungai
 Sumber : (Setiawan, 2010)

2.2 Kajian Tipologi

2.2.1 Rumah Susun (Rusun)

2.2.1.1 Definisi Rusun dan Klasifikasi Rusun

Berdasarkan UU RI No. 20 Tahun 2011, "*Rumah susun adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional, baik 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 tanah bersama*". Dalam peraturan tersebut, rusun dapat diklasifikasikan menjadi 4 macam yaitu :

1. *Rumah susun umum adalah rumah susun yang diselenggarakan untuk memenuhi kebutuhan rumah bagi masyarakat berpenghasilan rendah.*
2. *Rumah susun khusus adalah rumah susun yang diselenggarakan untuk memenuhi kebutuhan khusus.*
3. *Rumah susun negara adalah rumah susun yang dimiliki negara dan berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian, sarana pembinaan keluarga, serta penunjang pelaksanaan tugas pejabat dan/atau pegawai negeri.*
4. *Rumah susun komersial adalah rumah susun yang diselenggarakan untuk mendapatkan keuntungan*

Pada perancangan ini, rusun yang dimaksud adalah rusun umum yang memiliki makna yang sama dengan rusun sederhana, yaitu “*Rumah Susun Sederhana (Rusuna) adalah rumah susun yang diperuntukan bagi masyarakat berpenghasilan menengah bawah dan berpenghasilan rendah*” (PERMEN PERPU No. : 05/Prt/M/2007). rusun sederhana itu pun terbagi menjadi 2 jenis menurut UU Rumah Susun no.20 tahun 2011 (dalam Adyasari, 2015) yaitu :

1. Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa)

Rusunawa adalah rusun dengan sistem sewa, yang tidak menggunakan sarana *lift* atau *walk-up flat* dan disewakan oleh pemerintah untuk golongan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) atau golongan berpenghasilan menengah ke bawah (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam Adyasari, 2015). Tinggi bangunan rusunawa pada umumnya adalah 5 lantai (SNI 03-7013-2004, 2004), dan dimasukkan kedalam bangunan berkategori apartemen tingkat rendah (DPE, 2017).

2. Rumah Susun Sederhana Milik (Rusunami)

Rusun ini juga dikenal sebagai apartemen bersubsidi dengan tinggi bangunan lebih dari 8 lantai dan dibangun oleh perusahaan pengembang untuk masyarakat bergaji pokok maksimal 4,5 juta rupiah/bulan (Fricylia, 2016).

Dapat disimpulkan secara lebih spesifik, bahwa perancangan ini mengarah pada rusun sederhana sewa atau rusunawa.

2.2.1.2 Geometri Rumah Susun

Bentuk rumah susun menurut Chiara dan Callender (1987) dalam buku *time saver* ada 4 geometri dasar yaitu persegi, persegi banyak, lingkaran, persegi panjang, dan modifikasi persegi panjang.

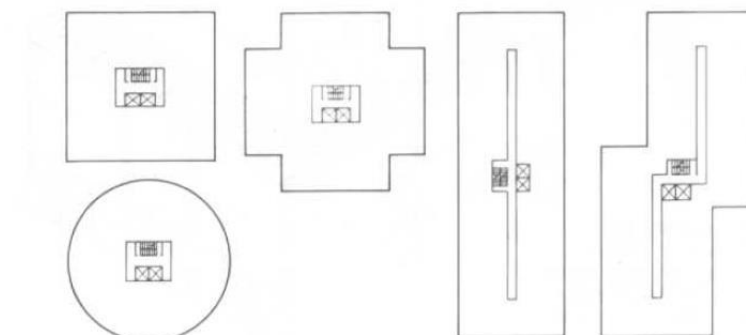


Fig. 10 Building shapes.

Gambar 2.6 Bentuk dasar rumah susun
Sumber : (Chiara & Callender, 1987)

Berdasarkan gambar diatas, tipe memanjang memiliki keunggulan dalam hal kapasitas unit, namun rentan terhadap beban angin atau lorong angin (Diktat analisis struktur 1 dalam Arief, 2001).

2.2.1.3 Susunan Unit Hunian

Berdasarkan John Macsai, *Housing* dalam Dr.Rumiati Rosaline Tobing Hadian Agustinus, (2012) susunan unit rusun dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Unit simplex adalah unit hunian terdapat dalam satu lantai.
2. Unit duplex adalah unit hunian terdapat dalam dua lantai.
3. Unit triplex adalah unit hunian terdapat dalam tiga lantai.

Pada perancangan ini unit yang digunakan adalah simplex, karena unit duplex dan triplex memerlukan biaya tambahan untuk membuat alat transportasi vertikal didalam unit, disamping itu unit duplex dan triplex tidak efisien dalam jumlah unit dan cenderung menambag tinggi bangunan keseluruhan.

2.2.1.3 Standar Fasilitas Rusun

Fasilitas Sosial

Berdasarkan SNI 03-7013-2004 fasilitas peribadatan harian harus disediakan disetiap blok. Fasilitas beribadat dapat disatukan dengan ruang serba guna atau ruang komunal, dengan ketentuan jumlah penghuni minimal yang dilayani adalah 40 KK untuk setiap satu fasilitas peribadatan disediakan 1 mushola untuk tiap 1 blok, dengan luas lantai 9 - 360 m².

Tabel 2.2 Fasilitas standar Rusunawa

Tipe ruang atau lantai	Ketentuan fasilitasnya	Referensi
Tipe keluarga	Ruang tidur, ruang keluarga, dapur, dan kamar mandi	UU No. 15 pasal 3 tahun 1985 (dalam Suparwoko & Dewi, 2015)
Tipe Studio	Kamar mandi dan ruang serbaguna	
Lantai dasar	Fasos, fasek, fasum (ruang unit usaha, ruang pengelola, ruang bersama, ruang penitipan anak, Ruang Mekanikal Elektrikal, Tempat sampah	PERMEN PU NO.: 05/PRT/M/2007
Lantai satu dan seterusnya	1 ruang keluarga/duduk, 2 ruang tidur, 1 KM/WC, dan ruang service (dapur dan cuci) luas 30m ²	

Tabel 2.3 Fasilitas *Fixture*

Water closet (WC)	Lavatory (wastafel)	Baththub/shower	perlengkapan
1/unit	1/unit	1/unit	1 kitchen sink 1 tempat cuci 1 mesin laundry untuk 20 penghuni atau 1 ruang terpisah untuk laundry untuk 10 penghuni

Sumber : (Chiara & Callender, 1987)

2.2.1.4 Standar Dimensi dan Kapasitas Unit Hunian

Berdasarkan Peraturan standard Departemen Pekerjaan Umum (DPU) DKI (dalam Adisurya, 2016), besaran ruang unit hunian untuk 1 orang adalah 7m². Berikut adalah tabel perbandingan kapasitas unit dalam rusun.

Tabel 2.4 besaran unit hunian

Luas unit hunian (m ²)	Kapasitas (orang)	Fasilitas dalam unit hunian	Tipe	Referensi
Minimal 18 Maksimal 36	-	Tidak disebutkan, namun mampu memwadahi aktivitas yang paling pokok (makan/minum, tidur, Mandi Cuci Kakus (MCK))	-	SNI 03-7013-2004
18	2	Tidak disebutkan	Tipe kecil	(Adisurya, 2016)
21	3	a) Kamar tidur b) Ruang makan / ruang tamu c) Teras jemur d) Dapur e) Kamar mandi/ WC		
25	4	Tidak disebut	Tipe sedang	
35	5	a) Kamar tidur utama b) Kamar tidur anak c) Ruang makan / ruang tamu d) Teras jemur e) Dapur f) Kamar mandi/ WC		
49 atau lebih	7	Tidak disebutkan	Tipe Besar	
18	Tidak diketahui	a) Kamar tidur b) Ruang keluarga/tamu	Keluarga muda atau yang belum berkeluarga	
21		c) pantry/dapur d) kamar mandi		
24				
30		a) 2 kamar tidur	Keluarga yang sudah memiliki anak	
36		b) ruang keluarga/tamu		
42		c) pantry/dapur		
50		d) kamar mandi e) ruang makan		

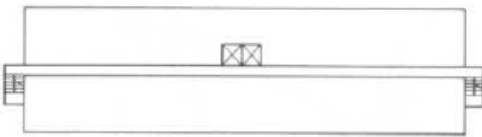
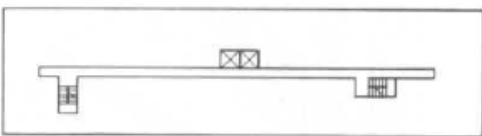
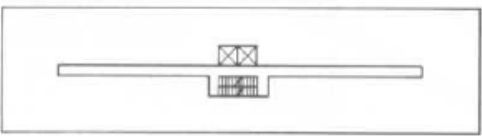
Tabel 2.5 standar dimensi unit rusun

3 ☞	Jenis Ruang	Standart (m2)	jumlah	Luas (m2)
27	R. Serba guna	9	1	9
	R. Tidur	9	1	9
	Dapur	4	1	4
	Kamar mandi	2.25	1	2.25
	Jemur	3	1	3
36	R. Serba guna	9	1	9
	R. Tidur 1	9	1	9
	R. Tidur 2	6	1	6
	Dapur	4	1	4
	Kamar Mandi	2.25	1	2.25
54	R. Tidur Utama	9	1	9
	R. Tidur 1	9	1	9
	R. Tidur 2	6	1	6
	R. Tamu	9	1	9
	Dapur	4	1	4
Kamar Mandi	2.25	1	2.25	
Jemur	3	1	3	

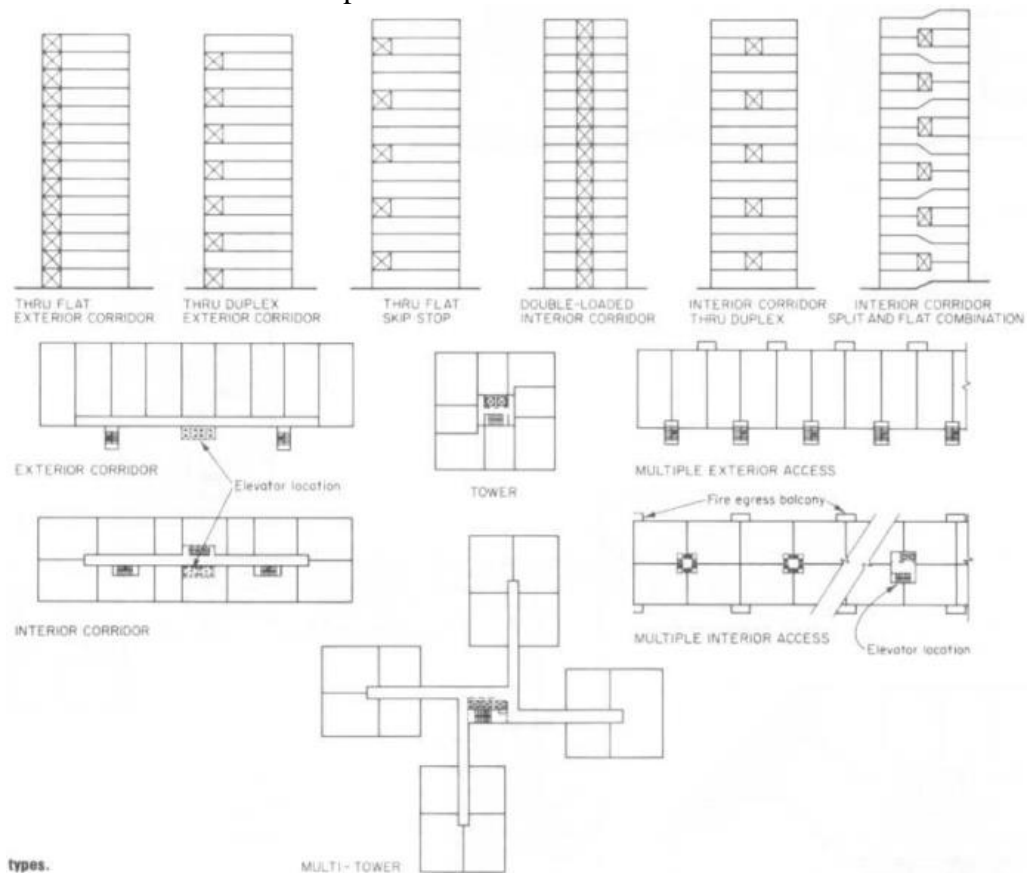
Sumber : Dinas Tata Kota DKI dalam (Adisurya, 2016)

2.2.1.5 Jenis koridor dan Tangga

Ada 3 cara meletakkan desain tangga pada bangunan bertingkat sebagaimana tabel berikut.

Jenis perletakkan Core sirkulasi menurut (Chiara & Callender, 1987)	penjelasan
 <p>(a) Spaced stairs at exterior</p>	Perletakkan tangga di luar bangunan membuat akses lebih cepat, dan minim pencahayaan buatan.
 <p>(b) Spaced interior stairs</p>	Perletakkan tangga didalam bangunan dengan jarak yang saling berjauhan.
 <p>(c) Scissor stairs at core</p>	Perletakkan tangga di core atau pusat bangunan.

Gambar dibawah adalah tipe dan bentuk koridor dalam rumah susun.



Gambar 2.7 Jenis-jenis Koridor
Sumber : (Chiara & Callender, 1987)

2.2.1.6 Pengguna Rusunawa

Berdasarkan PERMEN PERPU No. : 05/Prt/M/2007, masyarakat pengguna rusunawa yaitu :

1. “Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) adalah masyarakat yang mempunyai pendapatan diatas Rp. 1.000.000,- sampai dengan Rp. 2.500.000,- per bulan, atau yang ditetapkan oleh Menteri Negara Perumahan Rakyat”.
2. “Masyarakat Berpenghasilan Menengah Bawah (MBMB) adalah masyarakat yang mempunyai pendapatan diatas Rp. 2.500.000,- sampai dengan Rp. 4.500.000,- per bulan, atau yang ditetapkan oleh Menteri Negara Perumahan Rakyat”.

2.2.1.7 Infrastruktur Rusun

a) Tangga Darurat

Berdasarkan PERMEN PU No. : 60/PRT/1992 tangga darurat diatur berikut ini :

1. Pintu dan tangga darurat kebakaran meliputi ruang tangga dan dilengkapi tanda-tanda pengarah.
2. Pintu dan tangga darurat kebakaran ada setiap lantai dengan jarak 25 (dua puluh lima) meter harus disediakan sekurang-kurangnya 2 (dua) buah.
3. Pintu darurat kebakaran harus diletakkan ditempat yang mudah dicapai dan dapat dipergunakan untuk mengeluarkan penghuni dalam jangka waktu selama-lamanya 2,5 (dua setengah) menit, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
4. Pintu darurat kebakaran harus terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar sekurang-kurangnya dalam waktu 1 (satu) jam, diberi warna tertentu agar mudah dilihat, dengan ukuran lebar bukaan sekurang-kurangnya 100 (seratus) centimeter, tinggi bukaan sekurang-kurangnya 210 (dua ratus sepuluh) centimeter, menutup sendiri lantai secara mekanis, membuka ke arah tangga pada setiap lantai dan membuka keluar pada lantai dasar sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
5. Tangga darurat kebakaran yang terletak di dalam bangunan harus dipisahkan dengan ruang-ruang lain, terbuat dari bahan yang tahan api, mempunyai ruang tangga yang tahan asap, memakai pintu tahan api, terutama untuk rumah susun yang tingginya 40 (empat puluh) meter ke atas, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
6. Tangga darurat kebakaran diperhitungkan terhadap jumlah penghuni dan kebutuhan serta mempunyai ukuran sekurang-kurangnya lebar 110 (seratus sepuluh) centimeter, tinggi injakan anak tangga setinggi-tingginya 17,5 (tujuh belas setengah) centimeter, lebar injakan sekurang-kurangnya 22,5 (dua puluh dua setengah) centimeter dan tidak boleh berbentuk tangga puntir, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
7. Tangga yang terletak di luar bangunan harus berjarak sekurang-kurangnya 1 (satu) meter dari bukaan yang berhubungan dengan tangga kebakaran, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

b) Tangga Sirkulasi, koridor, dan Selasar

Berdasarkan PERMEN PU No. : 60/PRT/1992 tangga sirkulasi diatur sebagai berikut. Tangga harus memenuhi persyaratan keamanan baik bagi orang dewasa maupun anak-anak, dengan ukuran sebagai berikut :

1. Lebar berguna sekurang-kurangnya 120 (seratus dua puluh) centimeter;
2. Lebar bordes sekurang-kurangnya 120 (seratus dua puluh) centimeter;
3. Lebar injakan anak tangga sekurang-kurangnya 22,5 (dua puluh dua setengah) centimeter;
4. Railing (pagar pengaman) dengan ketinggian sekurang-kurangnya 110 (seratus sepuluh) centimeter;
5. Pembuatan railing yang berbentuk lubang memanjang jarak antara sisi-sisinya tidak boleh lebih dari 10 (sepuluh) centimeter.
6. Tangga harus digunakan pada bangunan rumah susun sampai dengan 5 (lima) lantai dan untuk bangunan rumah susun lebih dari 5 (lima) lantai harus dilengkapi dengan lift atau eskalator.
7. Koridor sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43, dapat berfungsi sebagai ruang penghubung antara dua sisi satuan rumah susun, harus mempunyai ukuran lebar sekurang-kurangnya 180 (seratus delapan puluh) centimeter.
8. Selasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43, dapat berfungsi sebagai ruang penghubung untuk satu sisi satuan rumah susun harus mempunyai ukuran lebar sekurang-kurangnya 150 (seratus lima puluh) centimeter.

c) Alat pemadam kebakaran

Berdasarkan PERMEN PU No. : 60/PRT/1992 alat pemadam kebakaran seperti hydrant gedung, pemadam api ringan, hydrant halaman harus disediakan untuk rumah susun 5 (lima) lantai mulai dari lantai 1 (satu).

d) Tempat Parkir

Berdasarkan PERMEN PU No. : 60/PRT/1992 tempat parkir kendaraan harus dapat menampung kendaraan dengan persyaratan :

- a. Jarak antara tempat parkir dengan pintu bangunan rumah susun terdekat, tidak lebih dari 300 (tiga ratus) meter.

- b. Tempat parkir pada pertemuan antara pejalan kaki dan jalan kendaraan harus diberi ruang penghantar yang memberikan kondisi aman bagi pejalan kaki terhadap lalu lintas kendaraan.
- c. Luas perkerasan tempat parkir harus sesuai dengan kebutuhan dan sekurangnya dengan perbandingan setiap jumlah 5 (lima) kepala keluarga (KK) disediakan tempat parkir untuk 1 (satu) mobil, yang dibangun sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Kriteria Khusus

Persyaratan Penampilan Bangunan Gedung berdasarkan PERMEN PERPU No. : 05/Prt/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi :

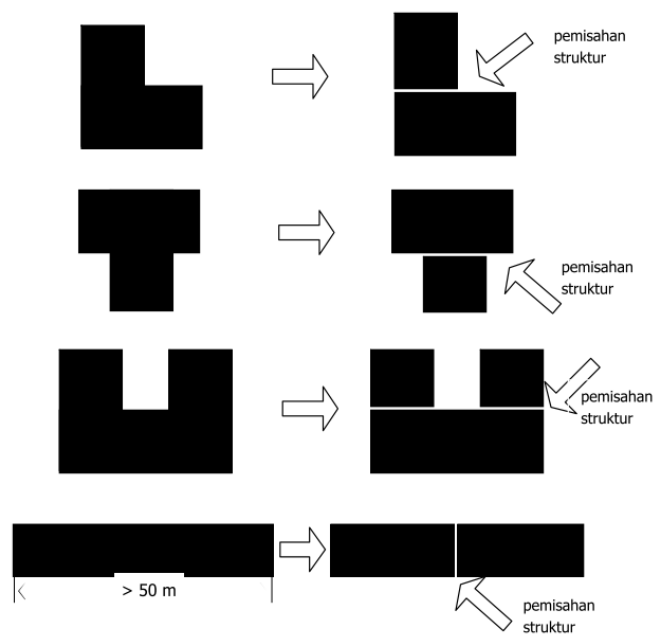
- a. Bentuk denah bangunan gedung rusuna bertingkat tinggi sedapat mungkin simetris dan sederhana, guna mengantisipasi kerusakan yang diakibatkan oleh gempa.
- b. Dalam hal denah bangunan gedung berbentuk T, L, atau U, atau panjang lebih dari 50 m, maka harus dilakukan pemisahan struktur atau dilatasi untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat gempa atau penurunan tanah.
- c. Denah bangunan gedung berbentuk sentris (bujursangkar, segibanyak, atau lingkaran) lebih baik daripada denah bangunan yang berbentuk memanjang dalam mengantisipasi terjadinya kerusakan akibat gempa.
- d. Atap bangunan gedung harus dibuat dari konstruksi dan bahan yang ringan untuk mengurangi intensitas kerusakan akibat gempa.

berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/Prt/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi :

- a. Rusuna bertingkat tinggi yang direncanakan harus mempertimbangkan identitas setempat pada wujud arsitektur bangunan tersebut;
- b. Masa bangunan sebaiknya simetri ganda, rasio panjang lebar (L/B) < 3, hindari bentuk denah yang mengakibatkan puntiran pada bangunan;
- c. Jika terpaksa denah terlalu panjang atau tidak simetris : pasang dilatasi bila dianggap perlu;

- d. Lantai Dasar dipergunakan untuk fasos, fasek dan fasum, antara lain : Ruang Unit Usaha, Ruang Pengelola, Ruang Bersama, Ruang Penitipan Anak, Ruang Mekanikal-Elektrikal, Prasarana dan Sarana lainnya, antara lain Tempat Penampungan Sampah/Kotoran;
- e. Lantai satu dan lantai berikutnya diperuntukan sebagai hunian yang 1 (satu) Unit Huniannya terdiri atas : 1 (satu) Ruang Duduk/Keluarga, 2 (dua) Ruang Tidur, 1 (satu) KM/WC, dan Ruang Service (Dapur dan Cuci) dengan total luas per unit adalah 30 m².
- f. Luas sirkulasi, utilitas, dan ruang-ruang bersama maksimum 30% dari total luas lantai bangunan;
- g. Denah unit rusuna bertingkat tinggi harus fungsional, efisien dengan sedapat mungkin tidak menggunakan balok anak, dan memenuhi persyaratan penghawaan dan pencahayaan;
- h. Struktur utama bangunan termasuk komponen penahan gempa (dinding geser atau rangka perimetral) harus kokoh, stabil, dan efisien terhadap beban gempa;
- i. Setiap 3 (tiga) lantai bangunan rusuna bertingkat tinggi harus disediakan ruang bersama yang dapat berfungsi sebagai fasilitas bersosialisasi antar penghuni.
- j. Sistem konstruksi rusuna bertingkat tinggi harus lebih baik, dari segi kualitas, kecepatan dan ekonomis (seperti sistem formwork dan sistem pracetak) dibanding sistem konvensional;
- k. Dinding luar rusuna bertingkat tinggi menggunakan beton pracetak sedangkan dinding pembatas antar unit/sarusun menggunakan beton ringan, sehingga beban struktur dapat lebih ringan dan menghemat biaya pembangunan.
- l. Lebar dan tinggi anak tangga harus diperhitungkan untuk memenuhi keselamatan dan kenyamanan, dengan lebar tangga minimal 110 cm;
- m. Railling/pegangan rambat balkon dan selasar harus mempertimbangkan faktor privasi dan keselamatan dengan memperhatikan estetika sehingga tidak menimbulkan kesan masif/kaku, dilengkapi dengan balustrade dan railling;
- n. Penutup lantai tangga dan selasar menggunakan keramik, sedangkan penutup lantai unit hunian menggunakan plester dan acian tanpa keramik kecuali KM/WC;
- o. Penutup dinding KM/WC menggunakan pasangan keramik dengan tinggi maksimum adalah 1.80 meter dari level lantai.

- p. Penutup meja dapur dan dinding meja dapur menggunakan keramik. Tinggi maksimum pasangan keramik dinding meja dapur adalah 0.60 meter dari level meja dapur;
- q. Elevasi KM/WC dinaikkan terhadap elevasi ruang unit hunian, hal ini berkaitan dengan mekanikal-elektrikal untuk menghindari sporing air bekas dan kotor menembus pelat lantai;
- r. Material kusen pintu dan jendela menggunakan bahan alluminium ukuran 3x7 cm, kusen harus tahan bocor dan diperhitungkan agar tahan terhadap tekanan angin. Pemasangan kusen mengacu pada sisi dinding luar, khusus untuk kusen yang terkena langsung air hujan harus ditambahkan detail mengenai penggunaan sealant;
- s. Plafond memanfaatkan struktur pelat lantai tanpa penutup (exposed);
- t. Seluruh instalasi utilitas harus melalui shaft, perencanaan shaft harus memperhitungkan estetika dan kemudahan perawatan;
- u. Ruang-ruang mekanikal dan elektrikal harus dirancang secara terintegrasi dan efisien, dengan sistem yang dibuat seefektif mungkin (misalnya : sistem plumbing dibuat dengan sistem positive suction untuk menjamin efektivitas sistem).
- v. Penggunaan lif direncanakan untuk lantai 6 keatas, bila diperlukan dapat digunakan sistem pemberhentian lif di lantai genap/ganjil.



Gambar 2.8 Dilatasi
 Sumber : (Menteri Pekerjaan Umum, 2007)

Perancangan Ruang Dalam

- a. Bangunan rusuna bertingkat tinggi sekurang-kurangnya memiliki ruang-ruang fungsi utama yang mewadahi kegiatan pribadi, kegiatan keluarga/bersama dan kegiatan pelayanan.
- b. Satuan rumah susun sekurang-kurangnya harus dilengkapi dengan dapur, kamar mandi dan kakus/WC.


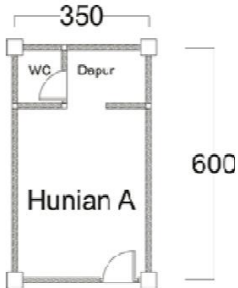
Sirkulasi dan Fasilitas Parkir

- a. Sirkulasi harus memberikan pencapaian yang mudah, jelas dan terintegrasi dengan sarana transportasi baik yang bersifat pelayanan publik maupun pribadi.
- b. Sistem sirkulasi yang direncanakan harus telah memperhatikan kepentingan bagi aksesibilitas pejalan kaki termasuk penyandang cacat dan lanjut usia.
- c. Sirkulasi harus memungkinkan adanya ruang gerak vertikal (clearance) dan lebar jalan yang sesuai untuk pencapaian darurat oleh kendaraan pemadam kebakaran, dan kendaraan pelayanan lainnya.
- d. Sirkulasi perlu diberi perlengkapan seperti tanda penunjuk jalan, rambu-rambu, papan informasi sirkulasi, elemen pengarah sirkulasi (dapat berupa elemen perkerasan maupun tanaman), guna mendukung sistem sirkulasi yang jelas dan efisien serta memperhatikan unsur estetika.
- e. Setiap bangunan rusuna bertingkat tinggi diwajibkan menyediakan area parkir dengan rasio 1 (satu) lot parkir kendaraan untuk setiap 5 (lima) unit hunian yang dibangun.
- f. Penyediaan parkir di pekarangan tidak boleh mengurangi daerah penghijauan yang telah ditetapkan.
- g. Perletakan Prasarana parkir bangunan rusuna bertingkat tinggi tidak diperbolehkan mengganggu kelancaran lalu lintas, atau mengganggu lingkungan di sekitarnya.

2.2.2 Preseden Tipologi Rusunawa di Bantaran sungai Code


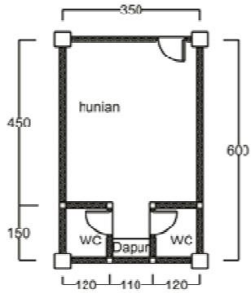
Berikut adalah rangkuman data mengenai rusunawa-rusunawa yang ada di Kota Yogyakarta.

2.2.2.1 Rusunawa Cokrodirjan.

Spesifikasi	Rusunawa Cokrodirjan	referensi
Foto		(Mulyandari, 2012)
Lokasi	Kelurahan Suryatmajan, Kecamatan Danurejan	(Adyasari, 2015)
Dibangun tahun	2004	
Denah/unit		(Mulyandari, 2012)
Detail bangunan	<ul style="list-style-type: none"> a) blok massa bangunan (1 blok ada 36 unit) b) 5 lantai (tinggi per lantai ±2,8m) c) 72 unit kamar (±24m²/unit) d) <i>single loaded corridor</i> e) Ukuran denah rusun :5000x740cm (termasuk selasar) 	(Mulyandari, 2012)
Biaya sewa/bulan pada tahun 2013	Rp 75.000-Rp85.000 belum termasuk biaya listrik, sampah, dan air	(Adyasari, 2015)
Biaya sewa/bulan tiap lantai	<ul style="list-style-type: none"> a) Lantai 1 = tidak disebut karena digunakan untuk retail dan ruang publik b) Lantai 2 = 107 ribu rupiah c) Lantai 3 = 112 ribu rupiah d) Lantai 4 = 117 ribu rupiah 	(Rachmawati & Pratama, 2016)
Biaya sewa rata-rata/bulan termasuk iuran listrik dan air	150 ribu rupiah sampai 200 ribu rupiah	
Biaya sewa kios/bulan	75 ribu rupiah	
Syarat pengguna rusun	60% unit untuk masyarakat lokal (dibuktikan dengan KTP daerah setempat) dan 40% unit untuk masyarakat pendatang	(Adyasari, 2015)
Karakteristik penghuni	a) usia 25-40tahun	


(mayoritas)	<ul style="list-style-type: none"> b) buruh (buruh becak, buruh cuci, dsb.) c) Penghasilan dibawah 1 juta/bulan d) Pendidikan terakhir SMA 	
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> a) Bukaannya optimal karena langsung berhubungan dengan lingkungan luar b) Sirkulasi tangga yang memanfaatkan pencahayaan alami 	(Mulyandari, 2012)
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> a) Shaft sampah membuat bau tidak sedap pada area sirkulasi tangga dan unit hunian b) Atap genteng metal membuat panas ketika siang dan suara gaduh ketika hujan pada lantai atas c) Shading tidak optimal untuk menangkai air hujan dan sinar matahari d) Jaringan utilitas terekspos karena tidak disembunyikan dalam shaft dan plafon 	

2.2.2.2 Rusunawa Jogoyudan

Spesifikasi	Rusunawa Jogoyudan	Referensi
Foto		(Mulyandari, 2012)
Lokasi	Gowongan Kidul, Kecamatan Gondokusuman, Yogyakarta	(Centauri & Ikhwanuddin, 2015)
Dibangun tahun	-	-
Pengelola	Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi kota Yogyakarta	(Centauri & Ikhwanuddin, 2015)
Denah/unit		(Mulyandari, 2012)
Detail bangunan	<p>4 blok massa bangunan</p> <p>4 lantai (tinggi per lantai ±3m)</p> <p>96 unit kamar (±24m²/unit)</p> <p><i>single loaded corridor</i></p> <p>Ukuran denah : 2450x1790cm (termasuk selasar)</p>	

Biaya sewa/bulan	Tidak diketahui secara spesifik namun dapat mengacu pada peraturan Unit Pelaksana Teknis (UPT) Rusunawa yaitu Rp 161.000-Rp 236.000, semakin tinggi lantai semakin murah	http://jogja.tribunnews.com/2012/11/03/bagaimana-cara-menyewa-rusunawa-di-sleman
Syarat pengguna rusun	<ul style="list-style-type: none"> a) Khusus KTP dan KK Yogya b) Pekerjaan tetap baik formal maupun informal, berpenghasilan rendah dengan pendapatan 1 (satu) kali UMP² sampai dengan 2 (dua) kali UMP, sudah berkeluarga, maksimal anggota keluarga terdiri dari 5 orang dan belum memiliki rumah tinggal tetap. 	(Mulyandari, 2012)
Karakteristik penghuni (mayoritas)	-	-
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> a) Memanfaatkan pencahayaan alami untuk sirkulasi tangga dan unit hunian b) Tidak ada bau tidak sedap pada unit dan sirkulasi 	(Mulyandari, 2012)
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> c) Atap genteng metal d) Shading tidak optimal untuk menangkal air hujan dan sinar matahari e) Jaringan utilitas terekspos karena tidak disembunyikan dalam shaft dan plafon 	

2.2.2.3 Rusunawa Juminahan

Spesifikasi	Rusunawa Juminahan atau Graha Bina Harapan	Referensi
Foto		(Mulyandari, 2012)
Lokasi	Kelurahan Tegalpanggung Kecamatan Danurejan Kota Yogyakarta	(Handoko, 2016)
Dibangun	2008	
Pengelola	UPT Rusunawa Yogyakarta	-

² UMP D.I.Y. 2018 = Rp 1.454.154,15 (<http://jogja.tribunnews.com/2018/01/02/inilah-besaran-ump-dan-umk-diy-2018-mulai-berlaku-1-januari>, diakses tanggal 20/03/2018)

Denah/unit		(Mulyandari, 2012)
Detail bangunan	<ul style="list-style-type: none"> a) 2 blok massa bangunan b) 5 lantai (tinggi per lantai ±3m) c) 74 unit kamar (masing-masing 21m²) d) <i>single loaded corridor</i> e) ukuran denah : 1520x510cm (termasuk selasar) 	(Handoko, 2016) dan (Mulyandari, 2012)
Biaya sewa unit hunian/bulan	<ul style="list-style-type: none"> a) Lantai 1 = 10ribu, karena khusus untuk sepuluh kepala keluarga yang lahannya digunakan sebagai pembangunan rumah susun. b) Lantai 2 = 230ribu c) Lantai 3 = 220ribu d) Lantai 4 = 210ribu e) Lantai 5 = 200ribu 	(Rachmawati & Pratama, 2016)
Biaya sewa kios/bulan	rata – rata 390 ribu hingga 410 ribu termasuk listrik dan air.	
Syarat pengguna rusun	<ul style="list-style-type: none"> a) Khusus KTP dan KK Yogya b) Pekerjaan tetap baik formal maupun informal, berpenghasilan rendah dengan pendapatan 1 (satu) kali UMP³ sampai dengan 2 (dua) kali UMP, sudah berkeluarga, maksimal anggota keluarga terdiri dari 5 orang dan belum memiliki rumah tinggal tetap. 	
Karakteristik penghuni (mayoritas)	-	-
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> a) Bangunan menyesuaikan kontur sungai b) Utilitas berada di dalam shaft dan kolom 	(Mulyandari, 2012)
Kekurangan	a) Vegetasi yang menghalangi cahaya pada lt dasar	

³ UMP D.I.Y. 2018 = Rp 1.454.154,15 (<http://jogja.tribunnews.com/2018/01/02/inilah-besaran-ump-dan-umk-diy-2018-mulai-berlaku-1-januari>, diakses tanggal 20/03/2018)

	<ul style="list-style-type: none"> b) tidak ada plafon c) Area parkir bau septictank d) Atap genteng metal e) Shading tidak optimal untuk menangkal air hujan dan sinar matahari f) Jaringan utilitas terekspos karena tidak disembunyikan dalam shaft dan plafon 	
--	--	--

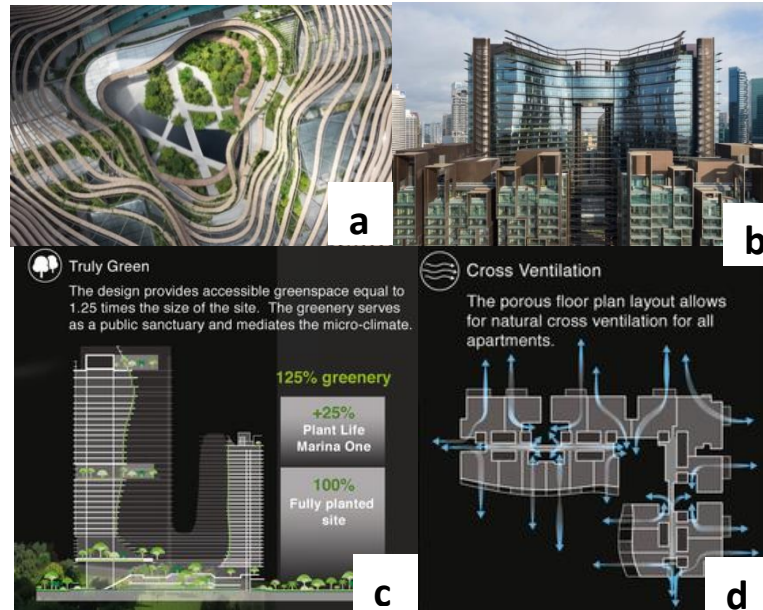
2.2.2.4 Kesimpulan Kajian Preseden Tipologi Rusunawa

Dari 3 preseden rusunawa yang telah dibahas sebelumnya dapat disimpulkan bahwa, semua rusunawa di bantaran sungai Code Yogyakarta memiliki luas unit yang hampir sama yaitu sekitar 24 m² dengan konfigurasi unit serupa dan tinggi bangunan yang sama yaitu 4 lantai dan tambahan basemen dengan jarak per lantai 3 m,. Kekurangan yang didapat dari semua rusunawa diatas yaitu kurang memperhatikan shading matahari, orientasi, penempatan vegetasi, dan penggunaan atap genteng metal yang mengakibatkan panas pada siang hari dan berisik jika turun hujan.

2.2.4 Preseden Green Building

2.2.4.1 Marina One Singapore

Bangunan mix-use dengan fungsi kantor, perdagangan, dan hunian yang dirancang *ingenhoven architects* ini, menerapkan pendekatan *passive cooling* berupa : fasad atau shading yang mempertimbangkan arah radiasi matahari, *cross ventilation*, sky garden, dan jumlah area hijau yang 1,25 kali lebih besar dari area terbangun (*archdaily.com*).



Gambar 2.9 Marina One Singapore passive cooling strategi (*sky garden*, fasad dan shading yang sesuai konteks lokasi, jumlah RTH, ventilasi silang)

Sumber : <https://www.archdaily.com/886215/green-heart-marina-one-singapore-ingenhoven-architects>

2.2.4.2 Alamanda Tower

Bangunan dengan fungsi kantor ini merupakan bangunan kantor pertama yang memperoleh sertifikasi *gold new building* dari GBCI. Aspek green yang diterapkan berupa pendekatan passive yaitu : ventilasi alami, KDB yang hanya 20%, dan penggunaan kaca ganda yang memberikan transmisi suara rendah dan energi efisien (GBCI dan alamandatower.com).



Gambar 2.10 Alamanda tower passive design

Sumber : <http://www.alamandatower.com/index.php?p=jakarta>

2.2.4.3 Zero Energy Building @ BCA Academy (ZEB BCA)

Berdasarkan (Wittkopf, 2015), bangunan yang dirancang pada tahun 2007 oleh konsultan lokal yang bekerjasama dengan peneliti dari National University of Singapore (NUS) dan Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS) ini, menggunakan beberapa pendekatan pasif untuk membantu penghematan energi dalam bangunan, diantaranya : *green roof*, *green facade*, *lightshelves shading*, 55% menggunakan ventilasi alami, dan penggunaan material reflektif untuk pencahayaan alami seperti plafon dan cat eksterior yang glossy.



Gambar 2.11 Penerapan *passive cooling* pada ZEB BCA
Sumber : (Wittkopf, 2015)

2.3 Kajian Tema

2.3.1 Kajian Green Building

Menurut Pimpinan Center for Building Energy Study Universitas Petra, Surabaya, Ir Jimmy Priatman, M Arch, *green building* dan *green architecture* memiliki keterkaitan yang erat. *Green building* berprinsip pada penghematan energi, penghematan air, pelestarian sumber daya alam, dan peningkatan kualitas udara. Sementara *green architecture* adalah cara mengolah empat hal itu menjadi bagian yang berkesinambungan (Nur'aini, 2017). Dalam kaitannya, arsitektur hijau (*green architecture*) akan menciptakan suatu bentuk arsitektur yang berkelanjutan (Karyono, 2010).

Indonesia memiliki standar penilaian yang ditetapkan oleh GBCI (*Green Building Council Indonesia*). *GreenShip* merupakan produk yang dikeluarkan oleh GBCI untuk menilai standar *green building* di Indonesia. Pada perancangan ini, parameter yang digunakan untuk menilai standar tersebut akan mengarah pada kriteria dalam pedoman *GreenShip* sebagai berikut :

- a) *Energy Efficiency and Conservation* yaitu :

OTTV Calculation, Energy Efficiency Measure, Natural Lighting, dan Climate Change Impact.

b) *Indoor Health and Comfort* yaitu : *thermal comfort*.

2.3.2 Passive Cooling

Passive cooling memiliki makna sebagai metoda desain atau suatu teknologi bangunan yang bertujuan untuk meminimalkan atau bahkan meniadakan penggunaan energi buatan atau mekanis bangunan (dalam Oropeza-Perez & Østergaard, 2018). Berdasarkan penjelasan tersebut berarti, *passive cooling* termasuk bagian dari *green building*, karena memiliki karakteristik penghematan energi, sebagaimana pernyataan Ir Jimmy Priatman, M Arch sebelumnya. Beberapa contoh penerapan konsep *passive cooling* pada bangunan diantaranya : penempatan jendela dan desain pencahayaan yang sesuai konteks, *shading* jendela yang mencukupi untuk menghalau panas matahari, penggunaan selubung dan atap bangunan yang memantulkan atau meredam panas radiasi matahari, dan penempatan orientasi massa bangunan yang benar sesuai konteks lokasi dan perancangan (dalam Taleb, 2014). Konsep tersebut juga serupa dengan 10 konsep hemat energi yang ditulis oleh Karyono (2010) dalam bukunya, yang akan diterangkan pada poin selanjutnya pada bagian ini.

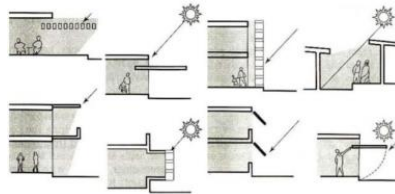


2.3.2.6 Pengaplikasian Passive Cooling pada Bangunan

Berdasarkan jurnal *review* Oropeza-Perez & Østergaard (2018), metoda *passive cooling* secara instrumen diuraikan dalam 16 macam jenis yaitu :

1. *Shading system*

Contoh pengaplikasian pendekatan ini diantaranya : orientasi dan bentuk bangunan, *overhang* (kanopi), *eaves* (tritisan), atau *rolling-shades* (kerai), dan *self-shading* (*shading* yang melekat pada kulit bangunan).



Gambar 2.12 Passive Cooling menggunakan shading matahari
Sumber : (Kamal, 2012)

2. PCM (*Phase Change Materials*)

Teknologi ini memanfaatkan *microcapsules* yang dibuat dari *paraffin*, *wax*, atau material dengan titik leleh rendah yang bertujuan untuk meminimalisir panas pada ruangan.

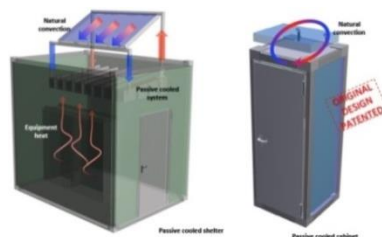


Gambar 2.13 Skema PCM

Sumber : http://www.aeieng.com/index.php/sustainability/phase_change_materials

3. *Passive cooling shelter*

Pendekatan ini memanfaatkan jaringan pipa yang berisi cairan dengan titik didih yang tinggi (biasanya air) yang disebar pada bagian struktur (dinding, lantai, dan atap) dengan tujuan mendinginkan suhu ketika siang dan menghangatkan saat malam. Metoda ini berjalan dengan perlengkapan listrik seperti pompa air, pengendali elektrik yang ditenagai oleh sumber terbarukan (solar photovoltaic).

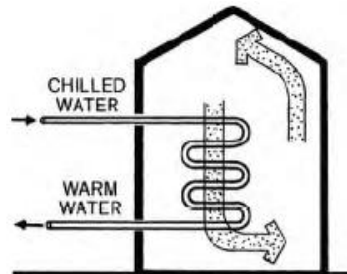


Gambar 2.14 Passive Cooling Shelter

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

4. *Heat sinks*

Adalah proses pelepasan panas saat suhu ruangan naik yang didorong menuju alat penampung sebagai pelepas panas secara konveksi (udara ruangan ke saluran pipa) lalu secara konduksi (saluran pipa ke penampung).



Gambar 2.15 Heat Sinks
Sumber : Lechner, 2015

5. *Building Thermal capacity*

Adalah kemampuan sebuah bangunan dalam menyerap panas ketika siang dan melepaskannya pada malam hari.

6. *Building color*

Bangunan yang berwarna terang memiliki kemampuan reflektivitas lebih tinggi daripada bangunan berwarna gelap, sehingga radiasi matahari yang masuk ke dalam ruangan dapat berkurang.

7. *Inherently cool roof*

Pendekatan ini dilakukan dengan menambah material pada atap berupa vinyl putih atau polyvinyl chloride (PVC), yang memiliki sifat memantulkan cahaya matahari.



Gambar 2. 16 Atap bersifat sebagai pendingin

Sumber : <http://www.thegreenmarketoracle.com/2012/07/three-types-of-cool-roofs.html>

8. *Roof coating*

Atap dilapisi dengan semacam lapisan pemantul sinar radiasi atau seperti lapisan metal, atau lapisan pigmen organik yang memiliki kemampuan merubah kemampuan reflektivitasnya berdasarkan perubahan radiasi infrared.



Gambar 2.17 Atap dengan lapisan reflektif

Sumber : <http://www.thegreenmarketoracle.com/2012/07/three-types-of-cool-roofs.html>

9. *Green roof*

Atap yang ditutup oleh lapisan vegetasi seperti rumput dan semak-semak.

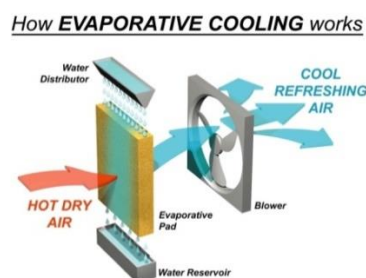


Gambar 2. 18 Atap bertanaman

Sumber : <http://www.thegreenmarketoracle.com/2012/07/three-types-of-cool-roofs.html>

10. *Eco-evaporative cooling*

Metoda ini memanfaatkan prinsip penguapan sebagai pendingin aktif, misalnya kolam, air muncrat, air yang mengalir jatuh (*water falling*), dan sebagainya yang ditempatkan dekat selubung bangunan, yang akan menciptakan ventilasi alami karena adanya aliran udara yang menghembus uap tersebut untuk menurunkan suhu ruangan.

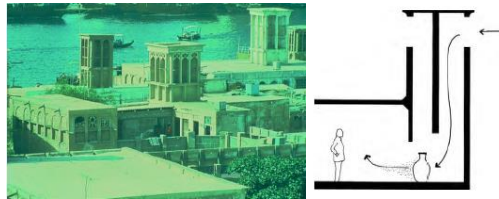


Gambar 2.19 Skematik *Eco-evaporative cooling*

Sumber : <https://muellerdesignlab.wordpress.com/2012/04/20/diy-evaporative-cooler-design/>

11. *Wind tower*

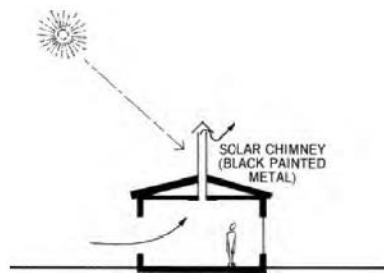
Penerapan metoda ini yaitu dengan membuat menara yang menangkap udara masuk menuju ruangan, melewati serangkaian pendinginan yang berprinsip pada termodinamika.



Gambar 2.20 Wind Tower
Sumber : Lechner, 2015

12. *Solar chimney*

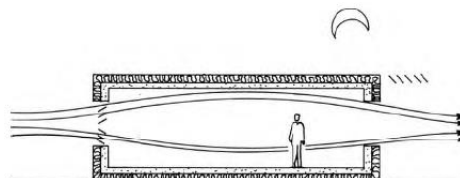
Cerobong atau lubang terowongan vertikal yang memanfaatkan energi matahari untuk meningkatkan efek *stack* ventilasi (perbedaan suhu ruangan indoor dan outdoor)



Gambar 2.21 Skematik Solar Chimey
Sumber : Lechner, 2015

13. *Night ventilation*

Adalah pendinginan bangunan secara konveksi, ketika struktur bangunan menyerap panas dari aktivitas internal dan eksternal, dan melepaskan panas tersebut melalui ventilasi alami saat malam hari. struktur yang ketika dilakukan dengan perpidahan panas secara konveksi



Gambar 2.22 Night ventilation
Sumber : Lechner, 2015

14. *Controlled ventilation*

Adalah setiap bukaan seperti pintu, jendela, dan ventilas yang bisa dibuka secara manual.

15. *Solar-assisted AC*

Adalah Air Conditioner (AC) yang ditenagai secara sebagian atau keseluruhannya dengan energi matahari.



Gambar 2.23 Solar-assisted AC

Sumber : http://www.solarnovus.com/solar-solution-solar-assisted-ac-in-india_N2908.html

16. *Intelligent facade*

Adalah teknologi bangunan yang mampu menyesuaikan secara mandiri sesuai konteks waktu dan keadaan lingkungan dan biasanya melekat pada selubung dan bukaan bangunan.



Gambar 2.24 Intelligent facade

Sumber : <http://blacktansa.blogspot.co.id/2010/10/automated-adaptive-and-dynamic.html>

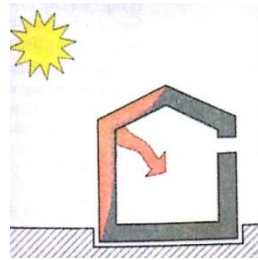
2.3.3 Konsep Penghematan Energi di Kawasan Tropis Lembab

Berdasarkan Karyono, (2010, p140-149) pada Bab “Aplikasi Rancangan Arsitektur Hijau di Kawasan Tropis Lembab”, menjabarkan bahwa penghematan energi pada bangunan dapat dilakukan dengan 10 cara yaitu :

1. Meminimalkan Perolehan Panas Matahari

Cara ini dapat ditempuh dengan dua pendekatan yaitu : pertama menghalangi radiasi matahari yang masuk melewati dinding-dinding transparan, kedua membuat dinding berongga yang diberi ventilasi, menempatkan ruang *service*

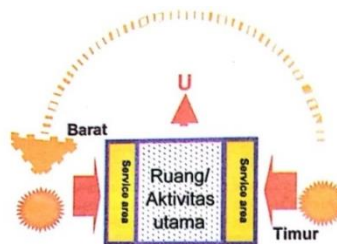
(toilet, tangga, pantry, gudang, dan sebagainya) pada sisi timur dan barat yang terkena cahaya matahari, dan membuat ventilasi antara ventilasi dan atap.



Gambar 2.25 Penerimaan panas matahari pada bangunan
Sumber : Karyono, 2010

2. Orientasi Bangunan Utara-Selatan (Memanjang Timur-Barat)

Sisi bangunan timur-barat memiliki suhu yang lebih tinggi dari pada sisi bangunan utara-selatan. Material berwarna putih dan dinding tebal menjadikan suhu bangunan menjadi dingin.



Gambar 2.26 Penempatan fungsi ruang sesuai arah matahari
Sumber : Karyono, 2010

3. Organisasi ruang

Ruang-ruang utama (ruang tidur, ruang keluarga dan lainnya) sebaiknya tidak ditempatkan di sisi barat, karena sisi tersebut akan mendapat radiasi siang dan sore yang sangat tinggi, kecuali jika ada pembayangan dari bangunan lain atau pohon dari sisi tersebut. Sebaliknya sisi barat bangunan digunakan untuk ruang-ruang service (WC, gudang, tangga, dan lain sebagainya).

4. Memaksimalkan Pelepasan Panas Bangunan

Pelepasan panas pada bangunan terjadi dalam 3 cara yaitu : radiasi, konveksi, dan konduksi. Pelepasan panas bangunan secara radiasi, biasanya terjadi pada malam hari saat suhu udara di sekitar bangunan turun, perpindahan panas terjadi secara radiasi dari bangunan ke udara di sekitarnya. Pelepasan panas

bangunan secara konduksi yaitu panas bangunan mengalir ke tanah lewat struktur, dinding, dan lantai. Sementara pelepasan panas secara konveksi terjadi setiap waktu jika angin yang bersuhu lebih rendah dari bangunan melewati elemen bangunan seperti atap, dinding, dan ruang dalam melalui ventilasi.

Peng-optimalan pada perpindahan panas secara konveksi bisa dilakukan dengan membuat bukaan, jendela, jalusi dan sebagainya agar tercipta konsep ventilasi udara silang.



Gambar 2.27 shading matahari
Sumber : Karyono, 2010

5. Meminimalkan Radiasi Panas dari Plafon

Pendekatan ini dapat dicapai dengan membuat ruang sirkulasi udara antara atap dan langit-langit atau plafon dan dengan memberi kawat atau ayakan pasir untuk mencegah masuknya burung atau kelelawar ke dalam ruang tersebut. Pembuatan atap dengan volume besar membantu meredam panas.



Gambar 2.28 ruang antara atap dan langit-langit
Sumber : Karyono, 2010

6. Hindari Radiasi Matahari Memasuki Bangunan

Jika radiasi matahari yang berupa gelombang pendek menembus kaca dan memasuki ruangan, maka hal tersebut akan memanaskan benda-benda didalamnya termasuk kaca itu sendiri. Benda-benda tersebut nantinya akan memancarkan radiasi berupa gelombang panjang, namun karena kaca pada umumnya tidak

meneruskan gelombang itu maka panas tidak bisa keluar dan terciptalah efek rumah kaca. Keadaan ini tidak menguntungkan jika terjadi di unit-unit rusun, karena akan terjadi peningkatan pemakaian mesin pendingin (AC).

7. Memanfaatkan Cahaya Matahari untuk Menerangi Ruangan

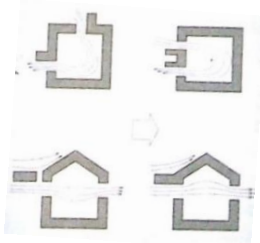
Disarankan untuk menggunakan cahaya langit (cahaya yang dihasilkan dari cahaya diffuse matahari), karena cahaya ini tidak membawa efek pemanasan pada ruang.



Gambar 2.29 cahaya *diffuse*
Sumber : Karyono, 2010

8. Optimalisasi Ventilasi Silang untuk Bangunan tanpa AC

Pendekatan ini dilakukan dengan memaksimalkan aliran udara secara silang (menerus), namun berdampak pada sisi akustik yang tidak baik.



Gambar 2.30 cross ventilation
Sumber : Karyono, 2010

9. Warna dan Tekstur Dinding Luar Bangunan

Penggunaan warna terang dan tekstur yang halus cenderung memantulkan panas, oleh karena itu penggunaan warna dan tekstur tersebut disarankan pada daerah beriklim panas.



Gambar 2.31 Warna dan tekstur
Sumber : Karyono, 2010

10. Rancangan Ruang Luar

Hindari pemakaian material beton, aspal, dan lain sebagainya pada halaman, taman, dan parkir, tanpa adanya peneduh, karena akan mengakibatkan suhu disekitar ruang bahkan di dalam rumah menjadi panas.



Gambar 2.32 Perancangan tanaman
Sumber : Karyono, 2010

2.3.4 Strategi desain

Berdasarkan Lechner (2015) p593-594 perancangan bangunan pada iklim tropis dan lembab disarankan menggunakan strategi desain sebagai berikut.

Tabel 2.6 Strategi desain pada iklim tropis-lembab

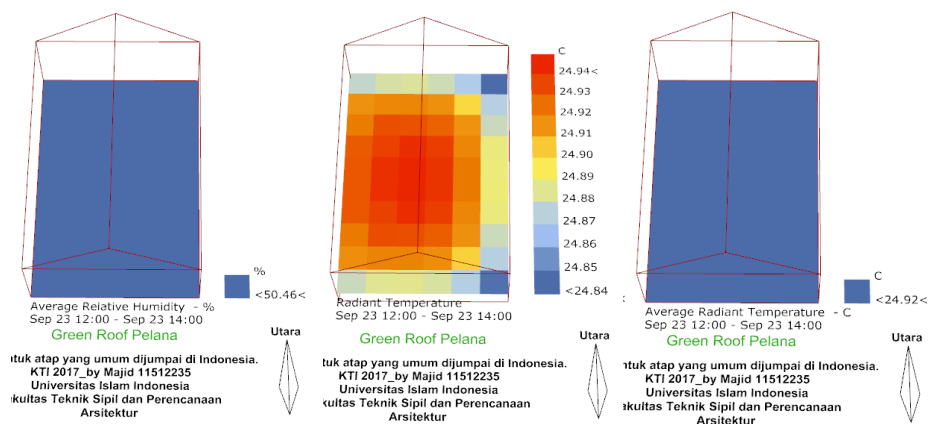
variabel	Strategi desain
Bentuk dan denah	<ol style="list-style-type: none">1. Denah memanjang dan ramping agar tercipta <i>cross ventilation</i> dan <i>daylighting</i>2. Tidak perlu <i>courtyard</i> karena akan menghalangi <i>cross ventilation</i>3. Jarak antara bangunan satu dan yang lainnya dimaksimalkan (berjauhan) untuk memudahkan ventilasi alami
Ventilasi	Gunakan <i>louvered shutters</i> (penutup jendela) untuk menghalangi radiasi panas matahari tapi tidak menghalangi sirkulasi udara.
Jendela	<ol style="list-style-type: none">1. Jumlah jendela yang banyak2. Ukuran jendela yang besar3. Penempatan jendela tinggi untuk <i>daylighting</i>4. Penempatan jendela setinggi orang di ruangan agar memudahkan ventilasi alami
Shading untuk jendela	Shading untuk semua orientasi
Shading untuk atap	Kanopi atap, atap bertanaman, atap <i>photovoltaic</i> (pv), dan atap dengan warna putih
Shading untuk dinding	<i>Large roof overhangs</i> (tritisan yang lebar), <i>porches</i> (beranda/serambi), pohon yang tinggi, <i>trellises</i> (teralis)

Sumber : Lechner (2015) p593-594

2.3.5 Green Roof

Green roof merupakan salah satu bagian dari instrumen *passive cooling* (Oropeza-Perez & Østergaard, 2018), disamping itu penerapannya pada bangunan termasuk dalam poin penting penilaian standar *green building* di Amerika (LEED)

(Kubba & Kubba, 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis pada KTI (2017), atap dengan *green roof* berbentuk pelana memiliki suhu *Mean Radiant Temperature (MRT)* dan *Roof Transfer Value (RTTV)* paling rendah yaitu secara berturut-turut 24,92°C dan 13,45 Watt/m² dibanding 5 atap lainnya yang telah diuji (2 bentuk atap non *green roof* dan 3 bentuk atap tanpa *green roof*). Namun jika dikaitkan dengan perancangan kali ini, terdapat persoalan tentang bagaimana kemampuannya dalam mereduksi suhu panas di rusun dan bagaimana penerapannya pada desain. Hal tersebut karena dalam penelitian tersebut ditujukan untuk bangunan rendah (satu lantai) tanpa aktivitas dan tanpa bukaan.



Gambar 2.33 Pengujian simulasi thermal ruangan dengan green roof
 Sumber : KTI, 2017

2.3.6 Kenyamanan Termal

Menurut Frick (2007b, p28) kenyamanan termal bersifat individual, sehingga perasaan suhu yang nyaman bagi setiap orang berbeda-beda. Namun, ada dua faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal seseorang, yaitu :

1. Faktor-faktor alam

a) Suhu Udara

Suhu dibagi menjadi suhu udara biasa (*air temperature*) dan suhu radiasi rata-rata (*Mean Radiant Temperature*). MRT mempengaruhi 66% rasa panas dan selisih 5 °C atau lebih dari perbedaan suhu udara dengan MRT akan mengakibatkan ketidaknyamanan termal.

b) Kelembaban Udara

Adalah kandungan uap air di udara yang diukur berdasarkan perbandingan antara uap air dan uap air maksimal pada ruang dan suhu yang sama. Kelembaban

udara yang tinggi mengakibatkan kulit kesulitan melepas panas, karena penguapan terganggu. Untuk mengatasinya, dibutuhkan pergerakan udara untuk membantu proses penguapan. Kelembaban udara yang tinggi juga mengakibatkan efek udara yang kering. Uap air tambahan akan membantu mengatasi kekeringan udara.

- c) Pergerakan Udara.
2. Faktor-faktor pilihan manusia :
- a) Kebudayaan dan adat istiadat manusia
 - b) Bau dan pencemaran udara
 - c) Radiasi alam dan buatan
 - d) Bahan bangunan
 - e) Bentuk dan struktur bangunan
 - f) Warna dan pencahayaan

Faktor-faktor terpenting kenyamanan dalam ruangan tertutup menurut Lippsmeier (1997) :

- a) Temperatur udara
- b) Kelembaban udara
- c) Temperatur radiasi rata-rata dari dinding dan atap
- d) Kecepatan gerak udara
- e) Tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya pada dinding pandangan.

Kenyamanan termal menurut Sugini (2014), terbagi menjadi tiga faktor yaitu:

- 1. Faktor-faktor klimatis ruang
 - a) Temperatur udara
 - b) Temperatur radiasi
 - c) Kelembaban relatif
 - d) Kecepatan udara
- 2. Faktor-faktor Personal
 - a) Aktivitas
 - b) Pakaian
 - c) Usia, jenis kelamin, postur badan, dan siklus menstruasi serta makanan
- 3. Faktor-faktor fisik lain : *draught* dan kondisi termal ruang asimetri

Faktor Kenyamanan Termal berdasarkan Satwiko (2009, hal. 5) :

- 1) Suhu udara atau temperature (T)
- 2) Kecepatan angina atau Velocity (V)
- 3) Kelembaban Udara atau Relative Humidity (RH)
- 4) Rata-rata suhu permukaan ruang atau Mean Surface Radiant Temperature
- 5) Aktivitas manusia atau Metabolism (met)
- 6) Pakaian atau clothing (clo)

Kenyamanan termal berdasarkan Lechner (2015) yaitu :

1. Air temperature (°F atau °C)
2. Relative Humidity / RH (%)
3. Air movement (m/s)
4. Mean Radiant Temperature / MRT (°C)

Dalam perancangan ini, parameter kenyamanan termal yang digunakan adalah kenyamanan termal dari Lechner (2015) tetapi *air temperature* diganti dengan *operative temperature*.

2.3.5.1 Standar kelembaban udara (*indoor*)

Kelembaban udara relatif di dalam ruangan yang dianjurkan berdasarkan SNI 6390:2011 adalah 60%, apabila untuk ruang kerja ditambah 5% dan untuk ruang semi outdoor seperti lobi dan area transit +10% (dalam Karyono, 2015)

2.3.5.2 Standar Suhu Ruang (*indoor*)

Berdasarkan SNI 6390:2011, temperatur udara *indoor* yang disarankan adalah 25,5° C (dalam Damiani dkk., 2016).

2.3.5.3 Standar kecepatan angin (*indoor*)

Berdasarkan Lippsmeier (1997), standar kecepatan angin pada ruangan di daerah tropis terbagi menjadi beberapa kriteria sebagai berikut.

Kecepatan angin	Efek yang dirasakan
0,25 m/s	nyaman, tidak dirasakannya gerakan udara
0,25 – 0,5 m/s	nyaman, aliran udara terasa
1,0 – 1,5 m/s	terasa aliran udara yang tidak menyenangkan
Diatas 1,5 m/s	tidak nyaman, aliran udara tidak menyenangkan

2.4 Teori Selubung dan Atap

Bagian ini berisi tentang metode untuk menganalisis rambatan radiasi panas matahari yang melewati atap dan dinding (selubung bangunan). Untuk mengetahui hal tersebut, maka berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (BSN), (2000) diperlukan rumus OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) dan RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*).

2.4.1 OTTV

OTTV adalah nilai perpindahan termal menyeluruh atau OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, harus dihitung melalui persamaan :

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR)) \times TDEk + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)] \dots \dots \text{dimana :}$$

OTTV = nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m²).

α = absorbtansi radiasi matahari.

U_w = transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (Watt/m².K).

WWR = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan.

TDEk = beda temperatur ekuivalen (K). (lihat tabel 8)

SC = koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

SF = faktor radiasi matahari (W/m²).

U_f = transmitansi termal fenestrasi (W/m².K).

ΔT = beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K).

$$OTTV = \frac{(A_0 \times OTTV_1) + (A_2 \times OTTV_2) + \dots + (A_{0i} \times OTTV_i)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{0i}}$$

2.4.2 RTTV

Berikut adalah rumus RTTV yang disesuaikan dengan perancangan ini, seperti *skylight* tidak dimasukkan, sehingga rumusnya dikompresikan sebagai berikut:

$$RTTV = \frac{\alpha \cdot (A_r \times U_r \times TD_{Ek}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_0}$$

Menjadi

$$RTTV = \frac{\alpha \cdot (A_r \times U_r \times TD_{Ek}) + (\Delta T) + (SF)}{A_0}$$

Keterangan.

RTTV = nilai perpindahan termal atap yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m²).

α = absorbtansi atau penyerapan radiasi matahari. (tabel 2.3 dan 2.4).

A_r = luas atap yang tidak tembus cahaya (m²).

A_0 = luas total atap (m²).

U_r = transmitansi termal atap tak tembus cahaya (Watt/m² .K) (lihat tabel 2.5).

TD_{Ek} = beda temperatur ekuivalen (K) (lihat tabel 2.6).

SF = faktor radiasi matahari (W/m²).

ΔT = beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5 K)

Standar Nilai RTTV yang diizinkan tidak boleh melebihi 45 watt/m² (Satwiko, 2009) dan (BSN, 2000).

Tabel 2.7 nilai (α) untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

Bahan dinding luar	α
Beton berat ¹⁾	0,91
Bata merah	0,89
Beton ringan	0,86
Kayu permukaan halus	0,78
Beton ekspos	0,61
Ubin putih.	0,58
Bata kuning tua.	0,56
Atap putih	0,50
Seng putih	0,26
Bata gelazur putih.	0,25
Lembaran aluminium yang dikilapkan.	0,12

¹⁾ untuk bangunan nuklir.

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Tabel 2.8 Nilai penyerapan radiasi matahari (α) untuk cat permukaan dinding luar

Cat permukaan dinding luar	α	Cat permukaan dinding luar	α
Hitam merata	0,95	Pernis hijau.	0,79
Pernis hitam	0,92	Hijau medium.	0,59
Abu-abu tua	0,91	Kuning medium.	0,58
Pernis biru tua	0,91	Hijau / biru medium.	0,57
Cat minyak hitam.	0,90	Hijau muda.	0,47
Coklat tua.	0,88	Putih semi kilap.	0,30
Abu-abu / biru tua.	0,88	Putih kilap.	0,25
Biru / hijau tua	0,88	Perak.	0,25
Coklat medium	0,84	Pernis putih	0,21

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Tabel 2. 9 Nilai transmitansi termal maksimal penutup atap (U_T)

Berat per satuan luas atap (kg/m^2)	Transmitansi termal maksimal ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)
Di bawah 50 ¹⁾	0,5
50 ~ 230 ²⁾	0,8
diatas 230 ³⁾	1,2

Keterangan :

- 1) Atap genteng.
- 2) Atap beton ringan.
- 3) Atap beton ketebalan > 6 inci (15 cm)

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Tabel 2.10 Pedoman sederhana nilai TD_{Ek}

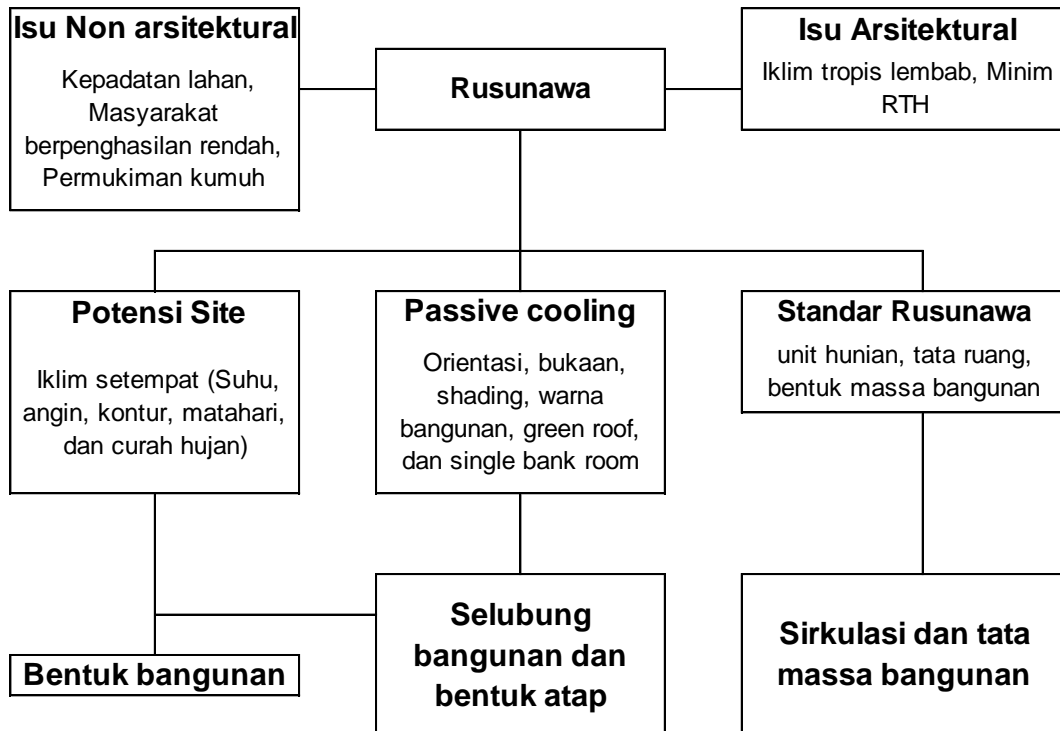
Berat atap per satuan luas (kg/m^2)	Beda temperatur ekuivalen (TD_{Ek}), K
kurang dari 50	24
50 ~ 230	20
lebih dari 230	16

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Parameter penting yang lain :

Nilai SF Rata-rata untuk seluruh orientasi dinding $SF=147 \text{ W/m}^2$, sedangkan untuk atap $SF= 316 \text{ W/m}^2$ (Satwiko, 2009).

2.5 Peta Persoalan



Gambar 2.34 Peta Persoalan

Sumber : penulis, 2018

2.6 Kajian Konsep Figuratif dan Pemecahan Persoalan Perancangan

Kajian ini berisi tentang analisis fungsi, tata massa, dan konsep figuratif awal.

2.6.1 Analisis Fungsi

2.6.1.1 Property Size

Berdasarkan kajian tipologi yang sudah dibahas sebelumnya, jumlah lantai bangunan rusunawa pada perancangan ini ditetapkan 4 lantai dengan jarak per lantai 3,5 m disesuaikan dengan rusunawa di Kali Code yang telah terbangun. Adapun ketentuan KDB, KLB, RTH dan tinggi bangunan mengikuti peraturan sebagai berikut.

Luas Site = 11.065,4 m ² (dibulatkan)			
Peraturan bangunan	Sumber	Respon site terhadap peraturan	Hasil
KDB 70-80%	Peraturan Walikota Yogyakarta dalam Suparwoko & Dewi (2015)	70% × 11.065,4 80% × 11.065,4	KDB Minimal 7745,8 m² KDB Maksimal 8852,3 m²
KLB 1,4		1,4 × 11.065,4	15.491,5 m²
Tinggi bangunan 20-24 m ²		(4 lantai × 3,5m (tinggi per lantai)) + 2 m (asumsi tinggi atap)	16m
RTH 20%	SNI 03-7013-2004	11.065,4 × 20%	2213,1 m²

Ketentuan garis sempadan bangunan (GSB) mengikuti arahan pemerintah Yogyakarta dalam peta perencanaan Kecamatan Jetis yang disesuaikan dengan lokasi pada site perancangan seperti gambar dibawah.



Gambar 2.35 Peta GSB Kecamatan Jetis, Yogyakarta
Sumber : peta Kecamatan Jetis pemerintah kota Yogyakarta

Blok warna merah diatas adalah jalan yang bersinggungan dengan batas site, dengan keterangan angka ditengah adalah ruang milik jalan (rumija), sedangkan angka disampingnya adalah batas rumija atau batas bangunan dari pagar.

2.6.1.2 Data Klien dan Pengguna

Berdasarkan UU RI No. 20 Tahun 2011, pengguna rumah susun dapat dibedakan menjadi 2 tipe yaitu : penghuni (orang yang menempati sarusun, baik sebagai pemilik maupun bukan pemilik) dan pengelola (suatu badan hukum yang bertugas untuk mengelola rumah susun), dan dalam SNI 03-7013-2004 terdapat tambahan pengunjung. Pengunjung terbagi menjadi dua jenis yaitu masyarakat setempat dan kerabat atau teman penghuni. Maka dalam perancangan ini terdapat tiga tipe pengguna yang berkaitan dengan rusunawa yaitu :

1. Penghuni

Penghuni dalam perancangan ini terbagi menjadi 2 yaitu masyarakat yang terkena dampak relokasi banjir dan lahar dingin dan masyarakat yang lahannya dijadikan sebagai lahan rusunawa. Berdasarkan STUPA 7 terdapat 106 rumah yang terkena dampak banjir dan 134 rumah yang akan dijadikan lahan rusunawa, sehingga terdapat 240 rumah yang direlokasi atau dapat diasumsikan 240 Kepala Keluarga (KK), jika 1 rumah = 1KK. Pengklasifikasian jumlah, tipe, dan kebutuhan unit hunian akan dibahas pada “analisis kebutuhan unit hunian”.

2. Pengelola

Pengelola terdiri dari 1 administratif, 2 orang ahli service dan 2 satpam keamanan.

3. Pengunjung

Pengunjung adalah orang yang memiliki kepentingan dengan penghuni rusun.

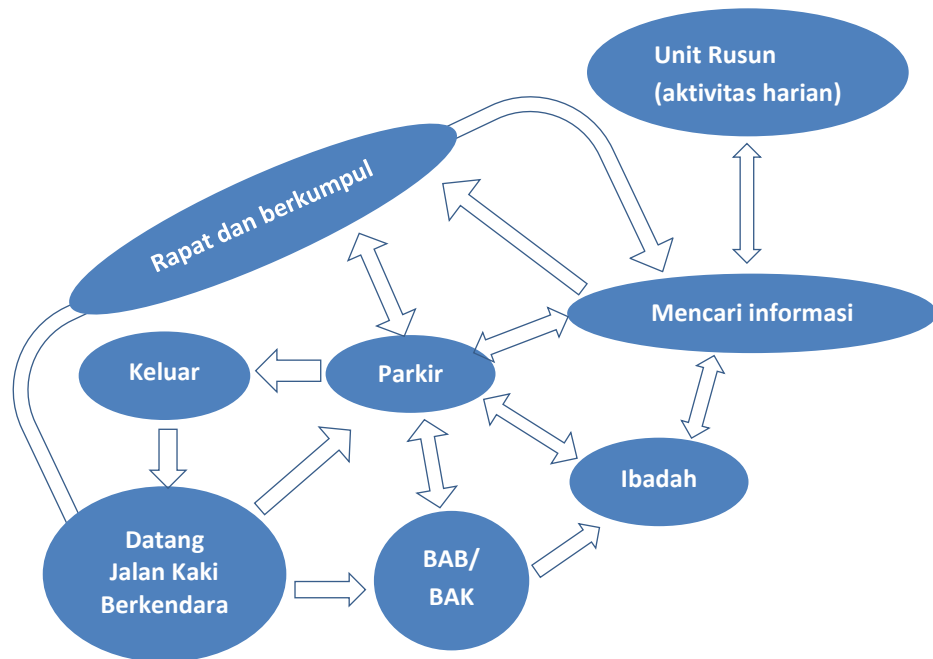
Berikut ini aktivitas dari penghuni, pengelola, dan pengunjung yang diwadahi sesuai fasilitasnya.

Pengguna	Aktivitas	Fasilitas
Penghuni	Jalan kaki	Pedestrian/sirkulasi
	Berkendara	Tempat parkir
	Makan/minum	Dapur dan retail
	Tidur	Ruang tidur
	Mandi/buang hajat	Kamar mandi/WC

	<p>Mencuci</p> <p>Menjemur</p> <p>Berkumpul dan merokok</p> <p>Membeli kebutuhan</p> <p>Belajar</p> <p>Berjualan</p> <p>Membuang sampah</p> <p>Ibadah</p>	<p>Kamar Mandi</p> <p>Balkon</p> <p>Ruang terbuka publik</p> <p>Retail</p> <p>Ruang bermain anak</p> <p>Retail</p> <p>Tempat sampah</p> <p>Musholla</p>
Pengelola	<p>Jalan kaki</p> <p>Kendaraan</p> <p>Menyimpan barang Bekerja</p> <p>Pelayanan Informasi</p> <p>Pelayanan keamanan</p> <p>Service Building</p> <p>Makan dan Minum</p> <p>BAB, BAK, Higienis</p> <p>Ibadah</p> <p>Istirahat</p> <p>Membuang sampah</p>	<p>Pedestrian/sirkulasi</p> <p>Tempat parkir</p> <p>Loker</p> <p>Ruang informasi</p> <p>Pos Jaga</p> <p>Ruang MEE dan Cleaning Service</p> <p>Retail</p> <p>WC</p> <p>Musholla</p> <p>Tempat duduk</p> <p>Tempat sampah</p>
Pengunjung	<p>Jalan kaki</p> <p>Berkumpul</p> <p>Merokok</p> <p>Makan/minum</p> <p>BAB/ BAK, Higienis</p> <p>Membuang sampah</p>	<p>Pedestrian/sirkulasi</p> <p>Ruang Duduk</p> <p>Ruang khusus asap rokok</p> <p>Retail</p> <p>WC umum</p> <p>Tempat sampah</p>

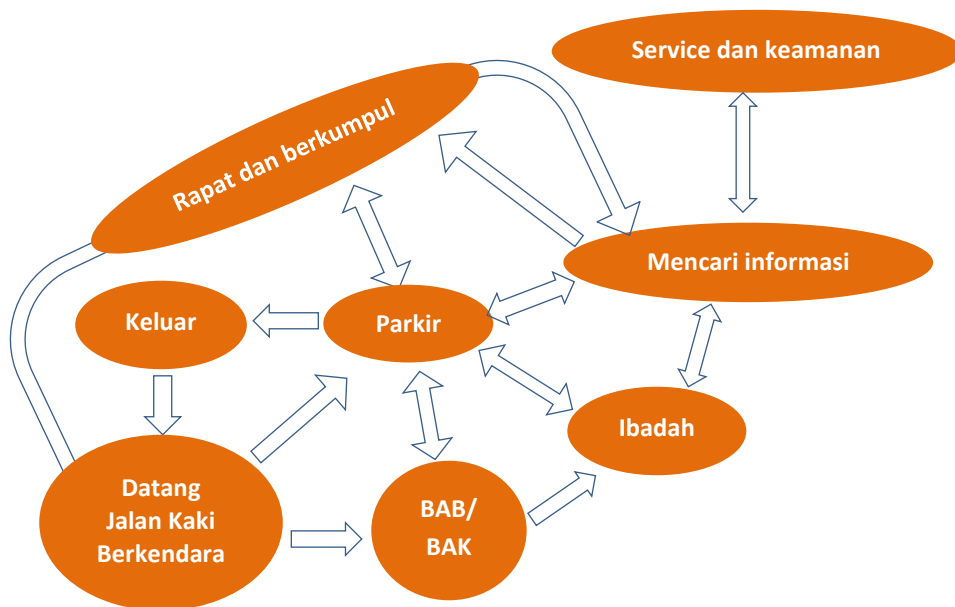
2.6.1.3 Analisis Alur Kegiatan Pengguna Rusunawa

a) Alur Kegiatan Penghuni



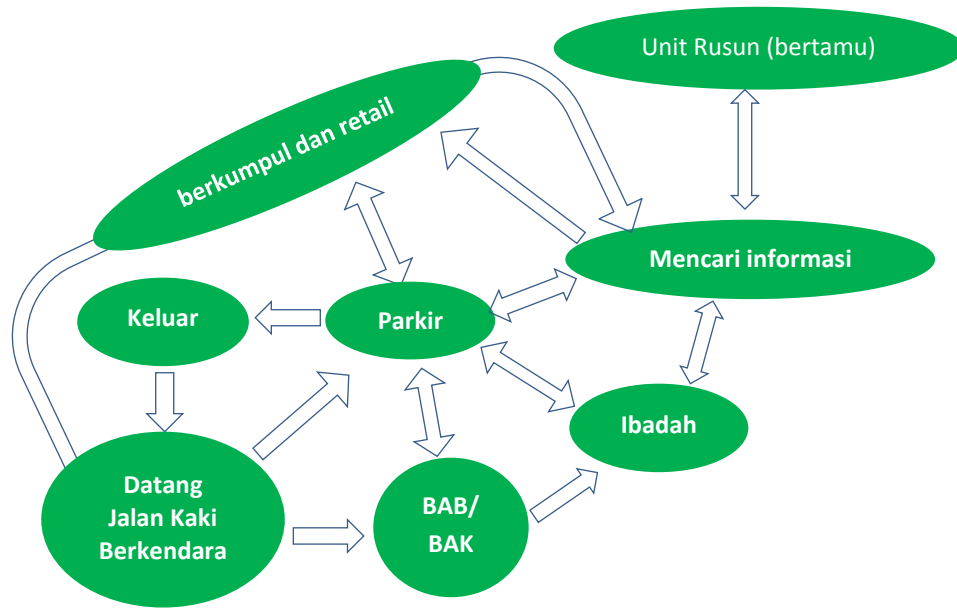
Sumber : Analisis Penulis, 2018

b) Alur Kegiatan Pengelola



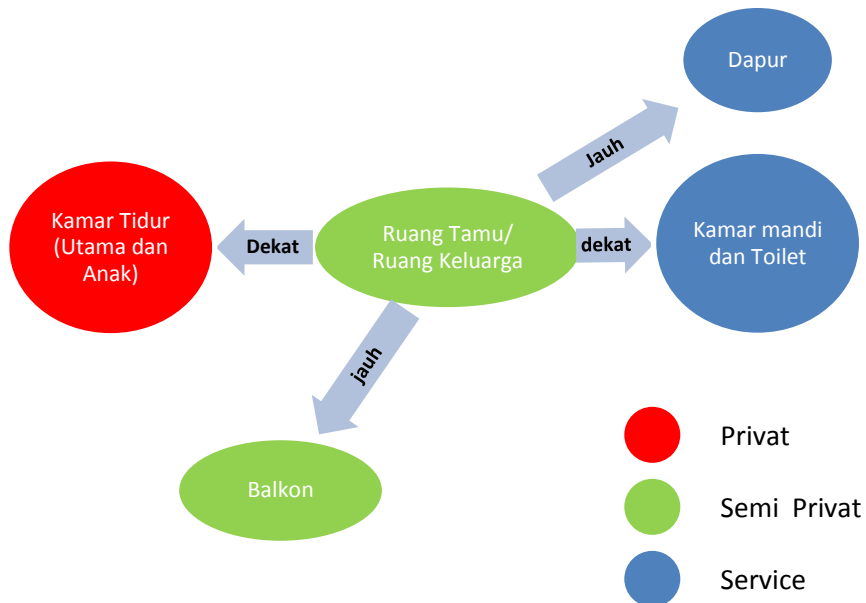
Sumber : Analisis Penulis, 2018

c) Alur Kegiatan Pengunjung



Sumber : Analisis Penulis, 2018

2.6.1.4 Analisis Hubungan Ruang

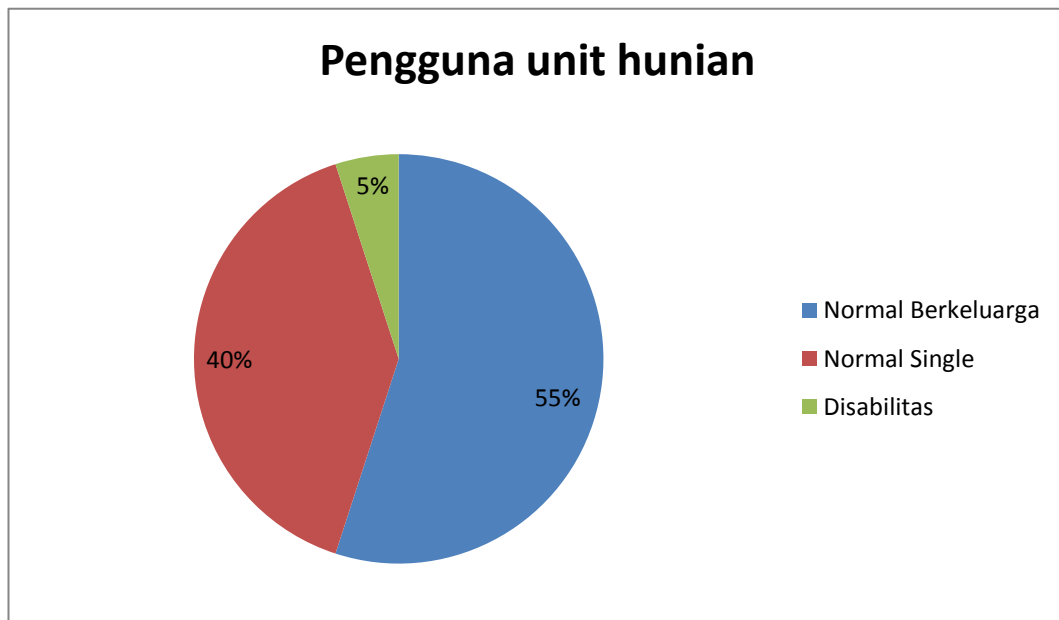


Sumber : Analisis Penulis, 2018

2.6.1.5 Analisis Kebutuhan Ruang

a) Analisis Kebutuhan Unit Hunian

Berdasarkan “data klien dan pengguna” pada penjelasan sebelumnya, terdapat 240 rumah atau 240 KK yang akan direlokasi. 240 KK tersebut dibagi menjadi dua kondisi fisik penghuni yaitu normal dan disabilitas. Kondisi tersebut masih dapat dibedakan menjadi dua tipe hunian yaitu tipe keluarga (maksimal 4 orang) dan tipe lajang (maksimal 3 orang), sehingga dapat diestimasi terdapat 95% penghuni normal (55% berkeluarga dan 40% lajang) dan 5% disabilitas. Perhitungan untuk mengetahui jumlah kebutuhan unit dan jumlah penghuni dapat dilakukan sebagai berikut.



Total KK=240		Kapasitas unit (orang)	Persentase jumlah KK (%)	Kebutuhan unit hunian	
				Total KK × Persentase jumlah KK (unit rusunawa)	Kapasitas unit × kebutuhan unit
Normal	B	4	55	132	528
	L	3	40	96	288
Disabilitas		4	5	12	48
Total				240 unit	864 jiwa

Keterangan : B = berkeluarga; L = lajang atau keluarga muda atau single; total KK = 240

Sumber : analisis penulis, 2018

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan terdapat 240 unit hunian untuk penghuni normal (132 tipe keluarga dan 96 tipe single) dan 12 unit hunian untuk penghuni disabilitas. Kesimpulan lain yang dapat diketahui adalah terdapat total penghuni keseluruhan adalah **864 jiwa**.

Pemilihan dimensi tipe single dan tipe keluarga disesuaikan dengan standar rusunawa menurut Peraturan standard Departemen Pekerjaan Umum (DPU) DKI (dalam Adisurya, 2016), yaitu besaran ruang unit hunian untuk 1 orang adalah **7m²**. Berdasarkan standar tersebut dapat diketahui **dimensi tipe single adalah 3 orang × 7m² = 21m²** dan **tipe keluarga 4 orang × 7m² = 28m²**. Pemilihan tipe keluarga (tipe 28) untuk 4 orang berlandaskan pada *thesis* yang disusun Pamungkas (2010) yang menyatakan bahwa unit hunian tipe 21 atau 21m² tidak nyaman dan terkesan *sumpek* untuk ditinggali 4 orang (tipe keluarga). Pemilihan tipe 28m² untuk tipe keluarga diasumsikan memiliki jumlah fungsi ruang yang sama dengan tipe 36 (dalam Adisurya, 2016), sedangkan tipe 21 diasumsikan sama dengan tipe 27.

b) Analisis Kebutuhan Ruang Parkir

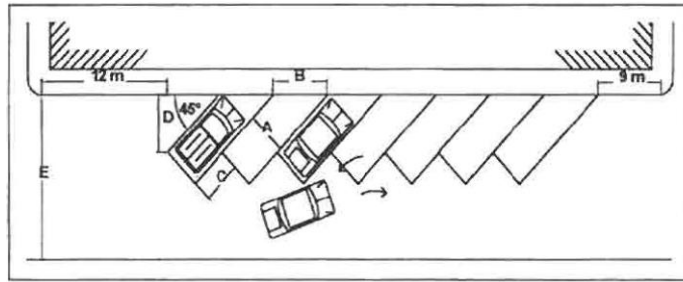
Dalam perancangan ini, penghuni rusunawa diasumsikan memiliki motor 80% dan mobil 20% dari jumlah 240 KK di site perancangan. Berikut perhitungan jumlah pemilik mobil dan motor dan luas parkir yang dibutuhkan.

1. Pemilik mobil

Jumlah pemilik mobil adalah $240 \text{ KK} \times 20\% = 48 \text{ KK}$. Berdasarkan PERMEN PU No. : 60/PRT/1992, setiap 5 KK pada rusunawa disediakan 1 parkir mobil, maka $48 \text{ KK} / 5 = 9,6$ atau dibulatkan menjadi **10 parkir mobil**. Sedangkan penempatannya diatur diluar bangunan atau ruang terbuka dengan posisi parkir menyudut 45° karena hemat lahan dibanding tipe paralel.

Perhitungan luas satuan ruang parkir (SRP) untuk mobil menggunakan standar mobil golongan 1 yang telah diatur dalam Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota (1998) seperti tabel dan gambar dibawah.

Sudut = 45°



	A	B	C	D	E
Golongan I	2,3	3,5	2,5	5,6	9,3
Golongan II	2,5	3,7	2,6	5,65	9,35
Golongan III	3,0	4,5	3,2	5,75	9,45

Gambar 2.36 Pengaturan Parkir Mobil

Sumber : (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, 1998, p69)

Berdasarkan gambar maka perhitungan luas parkir menjadi :

$$\text{Panjang (p)} = ("B" \times \text{jumlah mobil}) + 12 \text{ m} + 9 \text{ m} = 56 \text{ m}$$

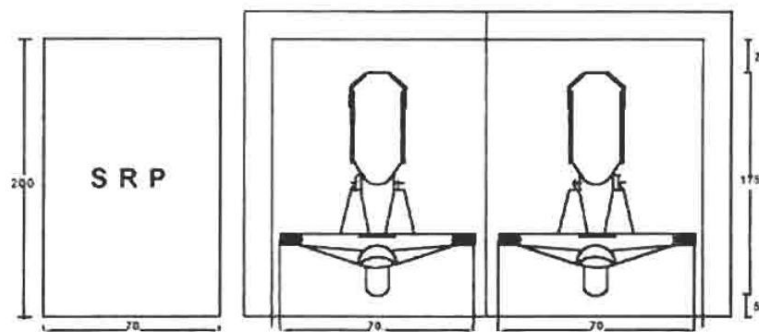
$$\text{Lebar (l)} = "E" = 9,3 \text{ m}$$

$$\text{Luas parkir} = p \times l = 56 \times 9,3 = \mathbf{520,8 \text{ m}^2}$$

2. Pemilik Motor

Pemilik motor diasumsikan berjumlah 80% dari 240 KK, yaitu **192 KK**.

Berdasarkan tabel, satuan parkir untuk motor adalah $0,75 \times 2$ meter = $1,5 \text{ m}^2$, maka perhitungan luasnya menjadi $1,5 \times 192 = \mathbf{288 \text{ m}^2}$.



Gambar 2.37 Satuan Ruang Parkir Motor

Sumber : (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, 1998)

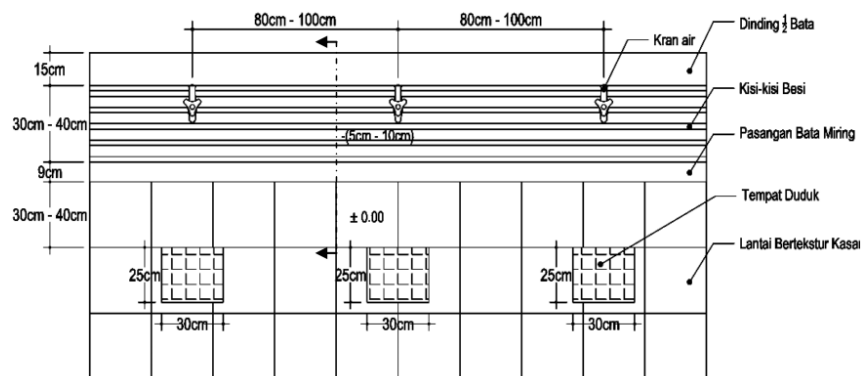
c) Analisis Kebutuhan Fasilitas Ibadah

Berdasarkan SNI 03-7013-2004, “jumlah penghuni minimal yang dilayani adalah 40 KK untuk setiap satu fasilitas peribadatan disediakan 1 mushola untuk tiap 1 blok, dengan luas lantai $9 - 360 \text{ m}^2$ ”, sedangkan dalam perancangan

terdapat 240 KK maka dihitung menjadi $240/40 = 6$ musholla. Perhitungan luas standarnya mengikuti SNI 03-1733-2004, yaitu $0,36\text{m}^2/\text{jiwa}$ dengan perhitungan sebagai berikut.

Luas satu ruang musholla = $0,36 \times 998$ jiwa penghuni rusun (lihat analisis kebutuhan unit hunian) = $164,88\text{m}^2/3$ musholla = **$359,28 \text{ m}^2/\text{musholla}$** .

Tempat wudhu dapat dibedakan menjadi 2 cara penggunaan yaitu berdiri dan duduk (Suparwoko, 2016). Dalam perancangan ini akan diterapkan tempat wudhu duduk, karena untuk memudahkan akses penghuni lansia dan difabel.



Gambar 2.38 Tempat wudhu duduk

Sumber : (Suparwoko, 2016)

Berdasarkan gambar diatas dapat diasumsikan, bahwa kebutuhan luas ruang wudhu untuk 3 orang adalah $160 + 50$ (offset perkiraan) $\times 109 + 50$ (offset perkiraan) = $33,39\text{m}^2$ atau **$3,339 \text{ m}^2$** .

2.6.1.6 Progamming

a) Fasilitas hunian tipikal

Tipe unit hunian dan peruntukan		Kapasitas tiap lantai	referensi	Standar luas (m ²) disesuaikan dengan site	kalkulasi (jumlah unit × luas ruang)	Luas (m ²)
single (21m ²)	normal	1 Kamar tidur 1 Teras jemur 1 Dapur dan ruang makan 1 Kamar mandi/ WC	(Dinas Tata Kota DKI dalam Adisurya, 2016)	6 3 10,5 1,5	132 unit×21	2772
keluarga (28m ²)		1 Kamar tidur utama 1 Kamar tidur anak 1 jemur 1 Dapur dan ruang makan 1 Kamar mandi/ WC		6 6 3 11,5 1,5	96 unit×28	2688
disabilitas		1 Kamar tidur 1 Ruang keluarga 1 Teras jemur 1 Dapur 1 Kamar mandi/ WC		6 9 6 3	12 unit×24	288
Sub Total						5748
Sirkulasi 30% ⁴ dari sub total						1724,4
Total						7472,4

⁴ Berdasarkan PERMEN PU : 05/Prt/M/2007 sudah termasuk luas sirkulasi, utilitas, dan ruang-ruang bersama

b) Fasilitas sosial dan penunjang

Tipe Ruang	Kapasitas	Standar Luas (m ²) dan referensi	kapasitas × luas yang dipakai	Luas total (m ²)
Warung/ Ruang Unit Usaha/Retail	1 untuk 50 KK berarti 240 KK / 50=4,8 atau 5	18-36	5×18	90
Musholla	1 musholla untuk 40KK/ 1 blok Berarti 240/40= 6	9-360	6×59,88	359,28
	-	0,36 /jiwa (SNI 03-1733-2004) 0,36 x 998 jiwa penghuni = 359,28m ² /6 musholla = 60 m²		
Tempat wudhu	1 unit×4 blok massa	3,339 (analisis)	4×3,339	13,35
Ruang berkumpul atau aula	-	18×5m (rusunawa juminahan dalam mulyandari, 2012)	90	90
WC umum	8 unit	1,2 (pu.go.id)	1,2×8	9,6
Parkir motor	192 motor (analisis)	1,5 (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, 1998)	192 × 1,5	288
Sub total				850,23
Sirkulasi 20% dari sub total (menurut amrullah, 2018)				170
Total (dibulatkan)				1020,2

c) Ruang Terbuka

Peruntukan	Kapasitas	Standar Luas (m ²)	Luas (m ²)
Taman	40-100 KK	60-150 (SNI 03-7013-2004)	150
Parkir mobil	10 mobil (analisis)	520,8 (analisis)	520,8

d) Fasilitas pengelola

Tipe Ruang	Kapasitas	Standar ukuran dan referensi	Luas (m ²) × kapasitas
Ruang pompa air	1 unit	3,5m × 2 m	7
Ruang KWH meter	1 unit	4 m × 3,5m	14
Ruang Pengelola	1 unit	7m x6m	42
Ruang genset	1 unit	24 m ²	24
Ruang Trafo	1 unit	36 m ²	36
<i>Ground reservoir</i>	152liter/unit rusun (Tanggoro, 2010 p11)	152liter/unit × 240unit = 36480liter=36,480m ³ (10m×3,648m×1m) (analisis)	36,48
Pos jaga keamanan	1 unit	3m ² /orang (Data arsitek dalam Amrullah, 2018)	3
Ruang IPAL	1 unit	240 (Arief, 2001)	240
Sub total			436
Sirkulasi 10%			43,6
Total			479,6

e) **Infrastruktur (Sirkulasi)**

Tabel berikut ini berisi luasan ruang yang telah dihitung dalam bagian persentase sirkulasi pada tabel-tabel sebelumnya.

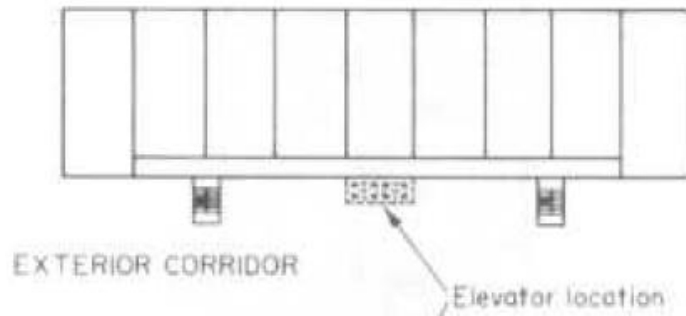
Tipe Ruang	Kapasitas	Standar luas (m ²) dan referensi	Perhitungan	Luas (m ²)
Shaft utama	1 MCB/panel pembagi 1 perkakas janitor 1 void hydrant dan elektrik	0,4x0,6=2,4 (Asumsi arsitek)	2,4× (4 lantai termasuk 1 basement)	14,4
Shaft air bersih dan air kotor	1 <i>plumbing</i> air bersih 1 <i>plumbing</i> air kotor	1 (asumsi pakar MEE dalam Amrullah, 2018)	1×240 unit	242
Shaft sampah	1 tiap lantai	2,5 (asumsi pakar MEE dalam Amrullah, 2018)	2,5× 5 lantai	12,5
Tangga utama	2 orang berpapasan	10 (asumsi)	10× 4 lantai dan 1 basemen	50
Tangga darurat	2 orang berpapasan	8 (asumsi)	8 × 4 lantai	32
Total (dibulatkan)				351

Total luas bangunan yang diketahui berdasarkan tabel-tabel programming diatas adalah fasilitas hunian + fasilitas sosial + fasilitas pengelola = 7472,4 + 1020,2+479,6 = **8972,2 m²** dan sudah memenuhi syarat KLB maksimal yang diperbolehkan yaitu **15.491,5 m²**. Sementara ruang terbukanya 2213,1 m² dimanfaatkan untuk taman sebesar **150 m²**, dan **KDB = 3498,4 m²**.

2.6.2 Analisis Infrastruktur

2.6.2.1 Koridor, Tangga, dan Perletakkan Shaft

Berdasarkan analisis penulis dengan buku time saver halaman 73, koridor eksterior memiliki keunggulan dibanding koridor interior yaitu minim penggunaan cahaya buatan jika penempatannya tepat orientasi cahaya alami.



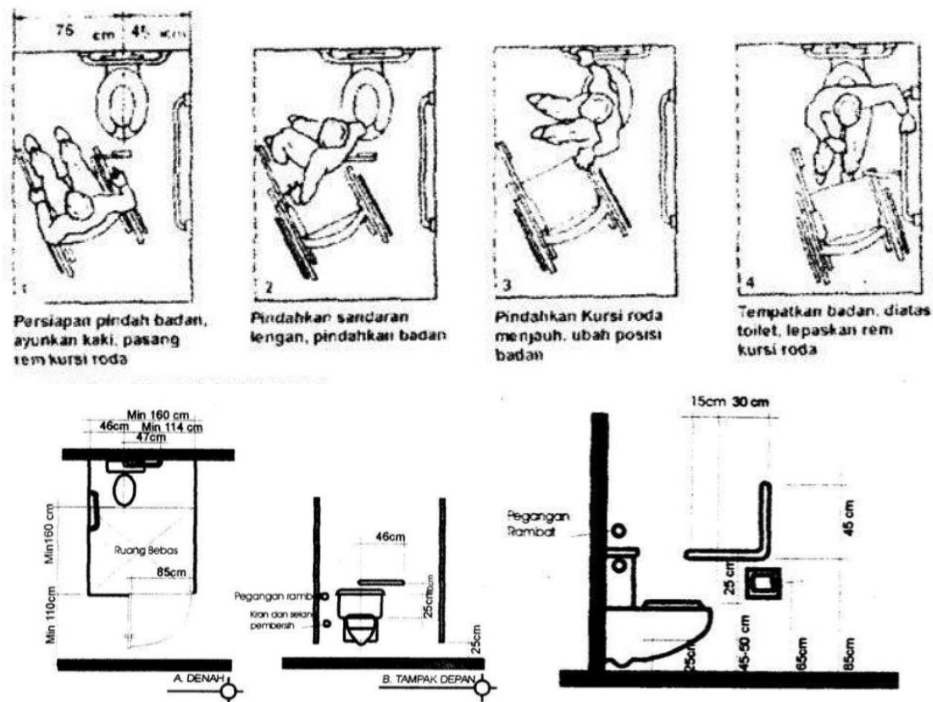
Gambar 2.39 Koridor eksterior
Sumber : timesaver

Standar lebar koridor yang ditetapkan dalam PERMEN PU No. : 60/PRT/1992 untuk rumah susun adalah 180 cm dan minimal 120 cm menurut PERMEN PU No. : 05/PRT/M/2007.

2.6.2.2 Barrier Free Design

Penyediaan ruang untuk penghuni disabilitas direncanakan diletakkan pada lantai dasar dan dikelompokkan pada satu massa dengan memperhatikan standar dimensi aktivitas difabel dan akses sirkulasi sebagai berikut.

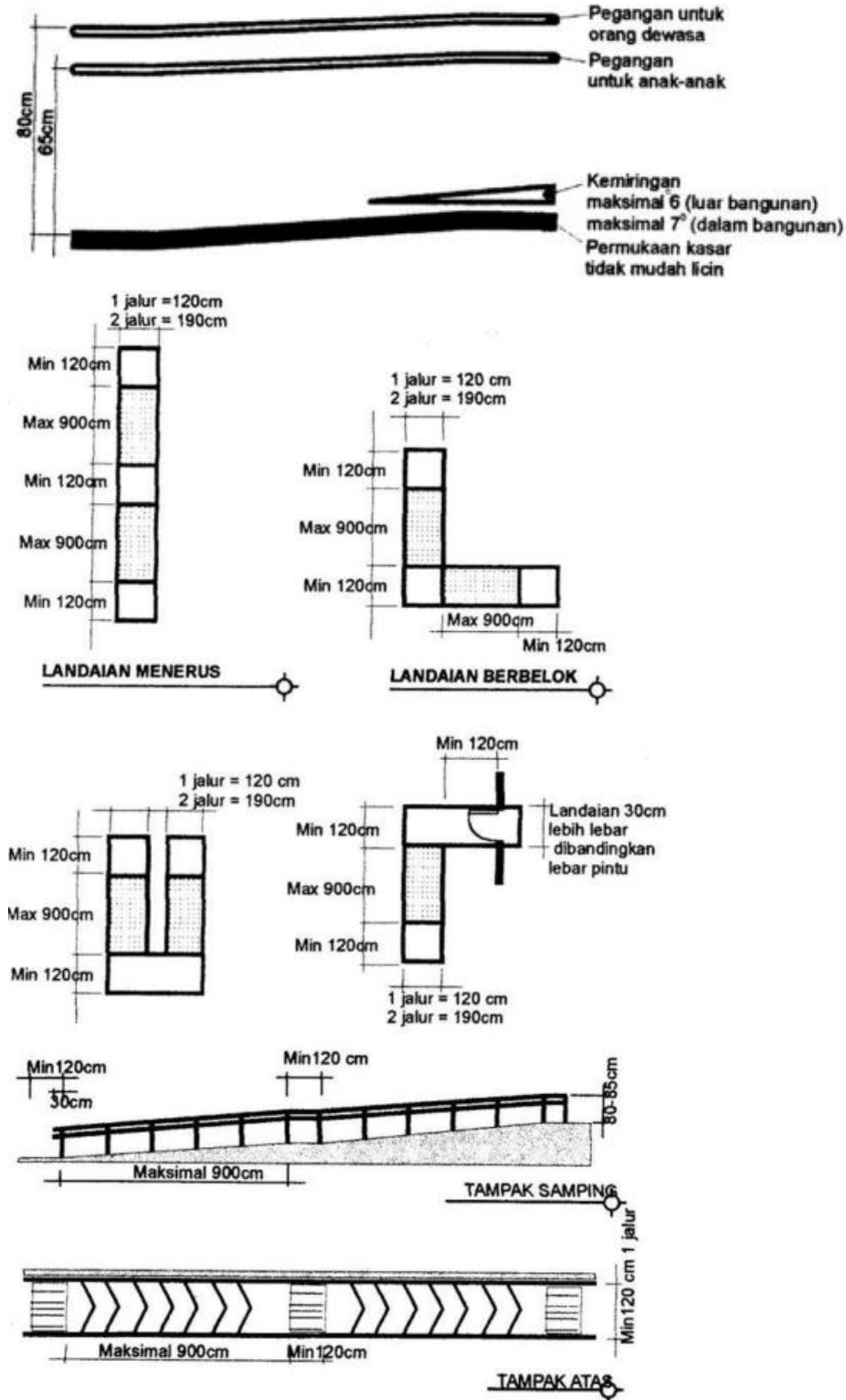
2.6.2.3 Toilet Difabel



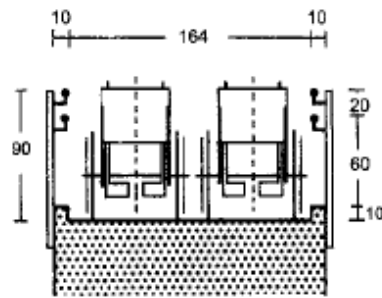
Gambar 2.40 Standar ukuran toilet disabilitas
Sumber : manual design aksesibel SAPPTK ITB

2.6.2.4 Ramp dan Ruang Parkir untuk Disabilitas

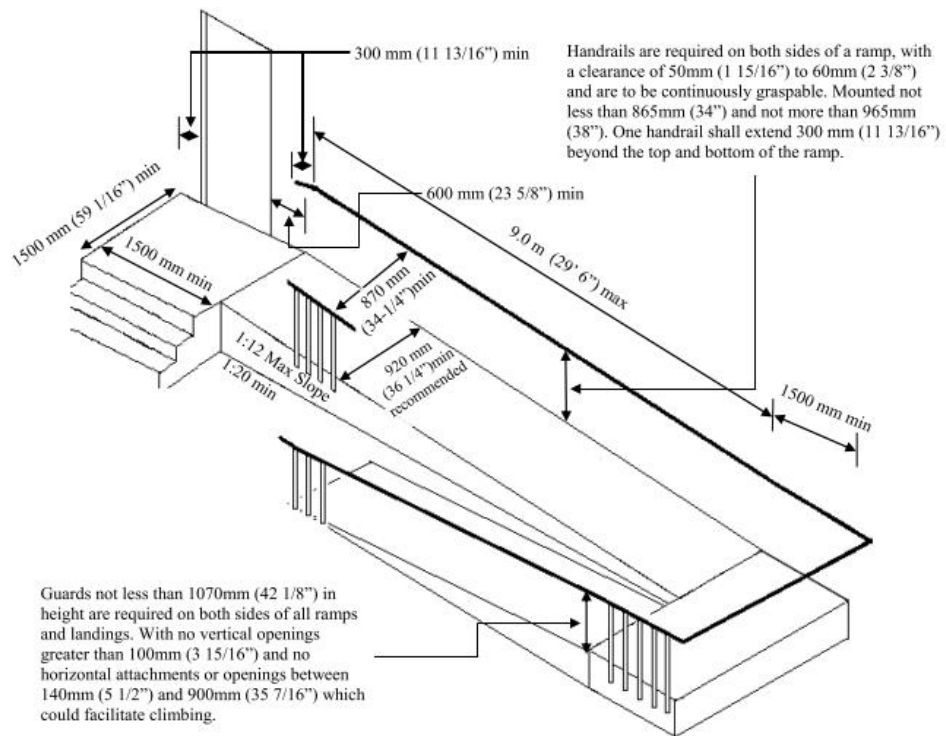
Berikut ini standar spesifikasi ramp untuk disabilitas.



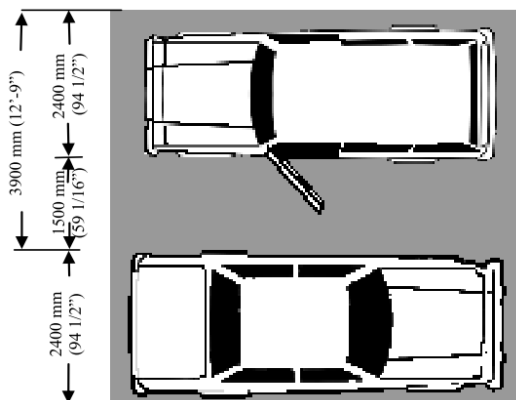
Gambar 2.41 Standar ramp disabilitas
 Sumber : manual design aksesibel SAPPTK ITB



Gambar 2.42 Potongan Ramp Disabilitas
 Sumber : data arsitek jilid 2, p202



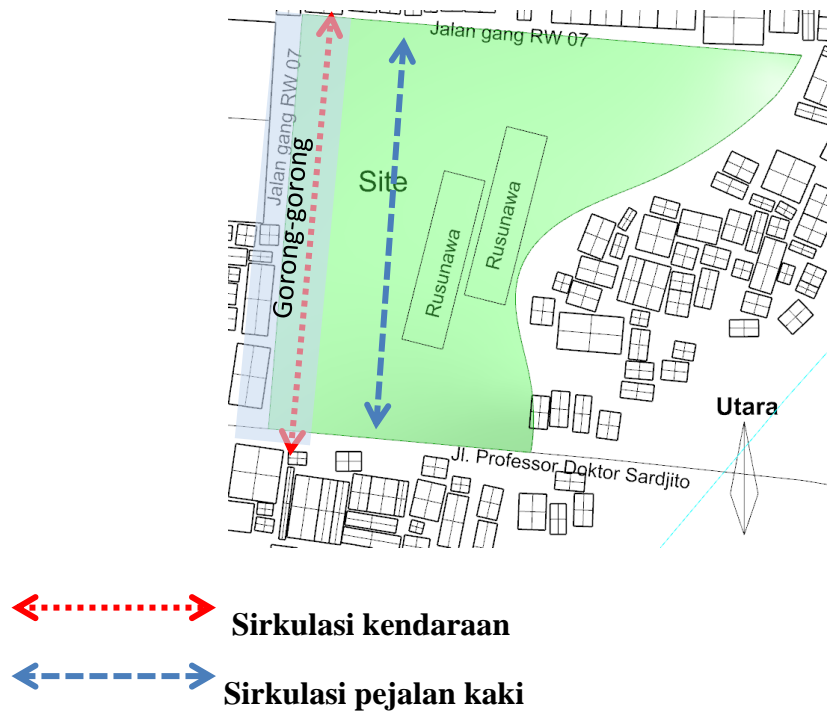
Gambar 2.43 Perspektif Ramp Disabilitas
 Sumber : (Yukon Government, 2014)



Gambar 2.44 Standar Parkir Disabilitas
 Sumber : (Yukon Government, 2014)

2.6.2.5 Analisis Sirkulasi

Sirkulasi kendaraan dan pejalan kaki dipertimbangkan oleh beberapa aspek yaitu kondisi jalan yang sempit dan keamanan pada rusunawa yang umumnya tidak ketat. Sirkulasi kendaraan berada disamping barat site dengan sistem dua arah, untuk memberi akses mobil pemadam kebakaran, sedangkan pejalan kaki diarahkan mengikuti alur blok rusunawa.



Gambar 2.45 Analisis Sirkulasi
Sumber : Penulis, 2018

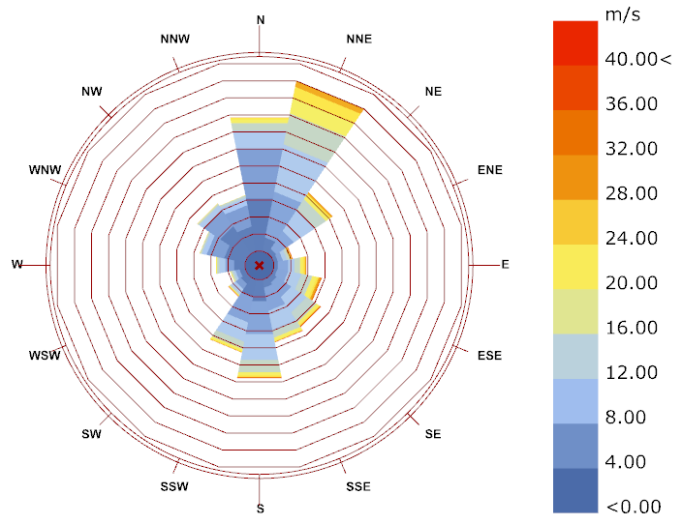
2.6.2.6 Analisis struktur

Struktur menggunakan beton bertulang pola grid 6×6, dengan ketentuan tinggi balok (h) 1/6, lebar balok = 1/2 h, dan ukuran kolom lantai 1 = 400cmx500cm, dan berkurang 50cm setiap kenaikan lantai berikutnya.

2.6.3 Analisis Bentuk dan Tata Massa

2.6.3.1 Analisis Angin

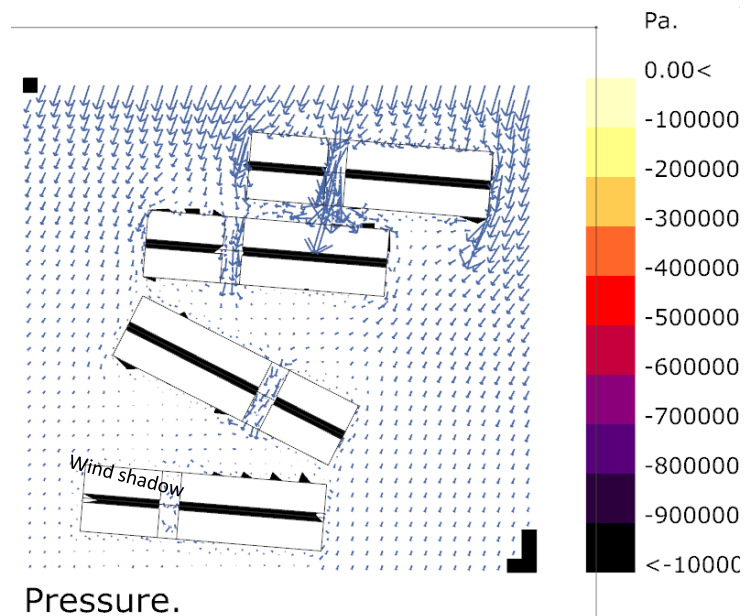
Arah hembusan angin paling besar yang diukur dalam rata-rata rentang satu tahun di wilayah Yogyakarta, adalah di posisi north-north east (NNE) atau sekitar barat laut dengan kecepatan total 40m/s dalam 1 tahun.



Wind-Rose
 YOGYAKARTA_MODIFIED_BY_MAJID_IDN
 1 JAN 1:00 - 31 DEC 24:00
 Hourly Data: Wind Speed (m/s)
 Calm for 18.28% of the time = 1601 hours.
 Each closed polyline shows frequency of 1.4%. = 119 hours.

Gambar 2.46 Wind Rose dalam rentang satu tahun
Sumber : analisis penulis, 2018

Berdasarkan Lechner (2015) untuk menghasilkan efek *cross ventilation*, bentuk denah disarankan berbentuk memanjang dan ramping ke arah angin dan bukaan dirancang setinggi pengguna bangunan. Maka dengan pertimbangan *wind-rose* diatas, perletakkan bangunan ditempatkan pada arah angin terbesar yaitu *North-north West (NNE)*.



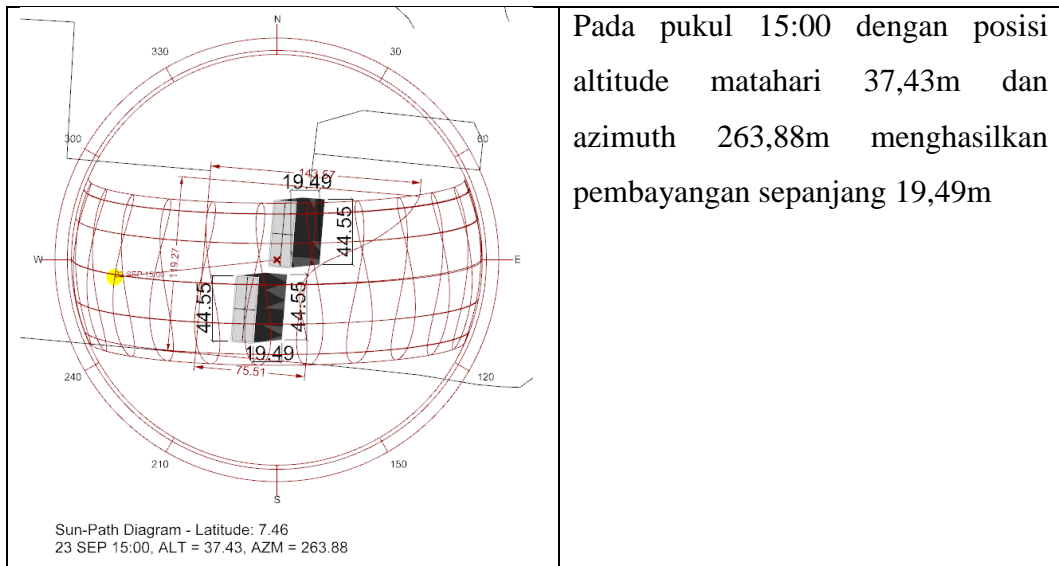
Gambar 2.47 Analisis tata massa berdasarkan analisis arah angin terbesar
Sumber : analisis penulis, 2018

Berdasarkan gambar analisis diatas, penempatan massa bangunan yang mengalir mengikuti arah angin dan penambahan ruang komunal ditengah bangunan akan memudahkan aliran udara melewati 4 massa bangunan. Sementara untuk meminimalkan kecepatan angin pada massa yang dilewati angin paling banyak, perlu memperkecil bukaan atau memberi penghalang, sedangkan hal yang sebaliknya perlu dilakukan pada massa yang berada di tempat yang jauh atau minim terkena angin.

2.6.3.2 Analisis Pembayangan

Analisis ini dilakukan dengan mengukur rentang waktu tanggal 23 September pukul 09:00, 12:00, 15:00 WIB.

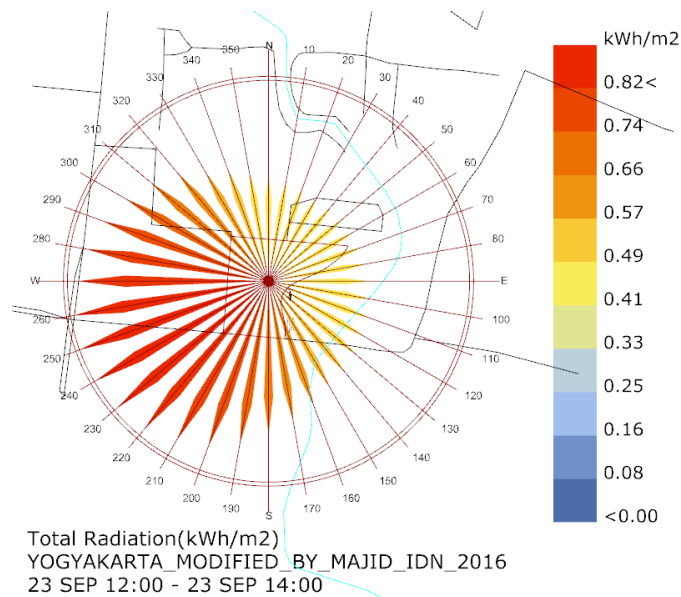
<p>Sun-Path Diagram - Latitude: 7.46 23 SEP 9:00, ALT = 51.47, AZM = 99.78</p>	<p>Pada pukul 09:00 dengan posisi altitude matahari 51,47m dan azimuth 99,78m menghasilkan pembayangan sepanjang 11,95m</p>
<p>Sun-Path Diagram - Latitude: 7.46 23 SEP 12:00, ALT = 79.51, AZM = 223.05</p>	<p>Pada pukul 12:00 dengan posisi altitude matahari 79,51m dan azimuth 223,05m menghasilkan tidak terjadi pembayangan</p>



Gambar 2.48 Pembayangan pada bangunan 4 lantai dengan tinggi 15m beratap datar
Sumber : analisis penulis, 2018

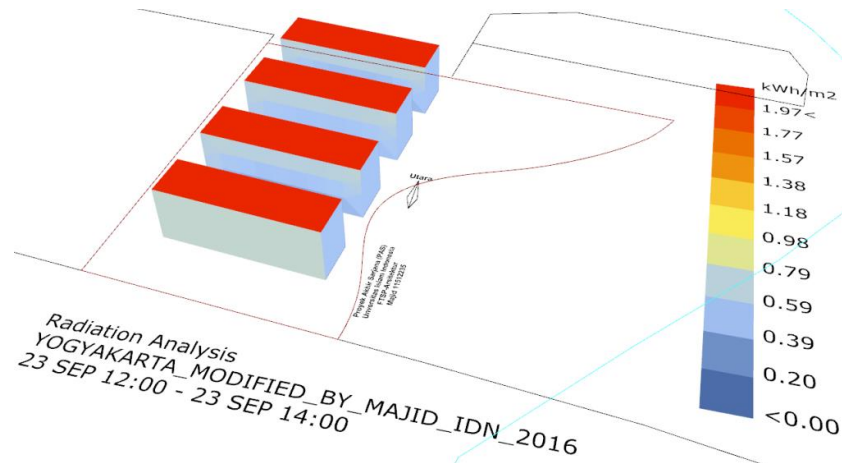
2.6.3.3 Analisis Radiasi Matahari Outdoor

Radiasi matahari tertinggi yang diukur tanggal 23 September, pukul 12.00-14.00, berada di arah mayoritas barat dengan angka 0,82 kWh/m².



Gambar 2.49 Radiation rose pada tanggal 23 September, pukul 12.00-14.00
Sumber : analisis penulis, 2018

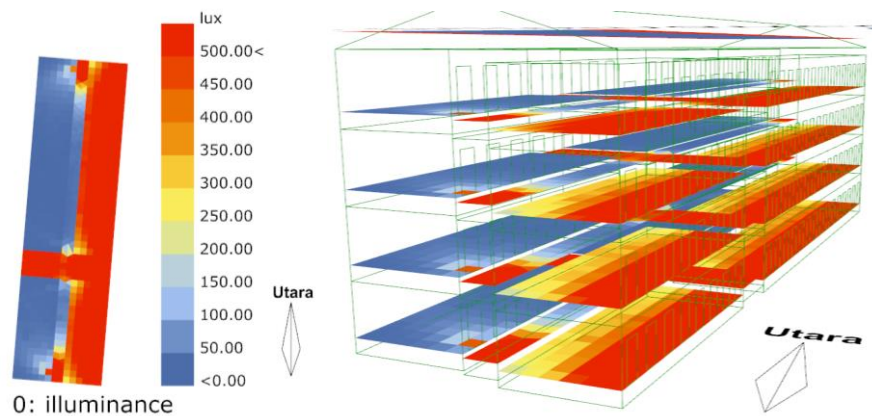
Berdasarkan *radiation rose* diatas, bentuk bangunan dengan posisi arah hadap timur, akan mendapatkan jumlah radiasi terkecil, namun arah barat bangunan akan mendapatkan radiasi tinggi, maka untuk dinding/selubung yg terkena radiasi diperlukan shading atau fungsi ruang yg tidak terkena radiasi.



Gambar 2.50 Analisis radiasi matahari pada tanggal 23 September, pukul 12.00-14.00
Sumber : analisis penulis, 2018

2.6.3.4 Analisis daylighting

Penempatan jendela pada orientasi timur bangunan menyebabkan cahaya matahari pukul 10.00 memasuki ruangan hampir setengah dari lebar bangunan.

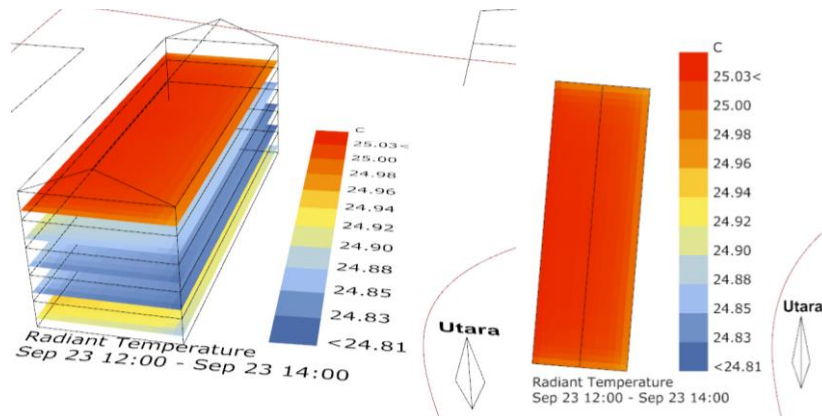


Gambar 2.51 Analisis daylighting pada pukul 10.00 WIB
Sumber : analisis penulis, 2018

2.6.3.5 Analisis Selubung Passive Cooling

2.6.3.6 Analisis atap dengan konsep green roof

Berdasarkan penelitian KTI (2017), Bentuk atap pelana dengan material *green roof* dan luas atap yang besar memiliki kontribusi menurunkan suhu MRT dan RTTV yang cukup signifikan dibanding 5 atap lain yang telah diuji. Berikut ini analisis yang akan diterapkan pada perancangan dengan menggunakan data material dari KTI 2017.



Gambar 2.52 Analisis atap green roof terhadap suhu radiasi
Sumber : analisis peneliti, 2018

2.6.3.7 Analisis Building Color

Penggunaan warna terang memiliki manfaat untuk mereduksi radiasi panas matahari yang masuk ke ruang dalam (karyono, 2010). Untuk mengetahui besaran kemampuannya pada perancangan, maka ditentukan material sesuai tabel dibawah.

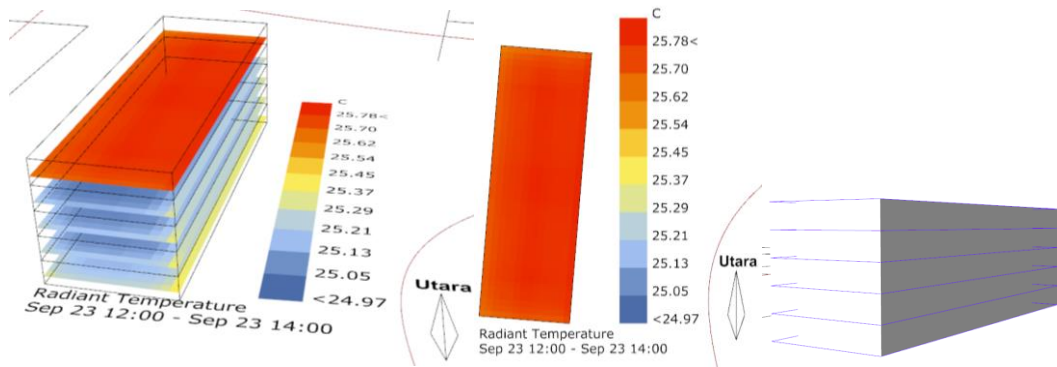
Name	Brick	Cat permukaan dinding luar	α
Roughness	Smooth	Pernis hijau.	0,79
Thickness (m)	0.254	Hijau medium.	0,59
Conductivity (W/m-k)	0.55~1.34	Kuning medium.	0,58
Density (Kg/m ³)	1200~1789	Hijau / biru medium.	0,57
Specific Heat (J/kg-K)	1150~1450	Hijau muda.	0,47
Thermal Absorptance	0.9	Putih semi kilap.	0.30
Solar Absorptance	0.7	Putih kilap.	0,25
Visible Absorptance	0.7	Perak.	0,25
		Pernis putih	0,21

Keterangan : blok merah yang dipilih

Tabel 2.11 Thermal properties dinding bata cat putih kilap

Sumber : (Chowdhury, Hamada, & Ahmed, 2017) dan (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Nilai absorbtansi radiasi matahari yang dipakai untuk dinding putih $\alpha = (0,7+0,25)/2=0,475$. Penggunaan warna putih pada dinding terbukti mendekati suhu indoor nyaman berdasarkan SNI yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.53 Analisis temperature radiasi pada penggunaan dinding bata bercat putih
 Sumber : analisis penulis, 2018

2.6.3.8 Analisis Shading System

Pada perancangan ini, penggunaan shading dipilih, karena sifatnya yang seimbang dalam menangkal radiasi matahari dan memasukkan cahaya, selain itu juga cocok untuk bangunan berbiaya rendah, tidak perlu perawatan yang intensif, dan mudah diaplikasikan (dalam Oropeza-Perez & Østergaard, 2018). Berdasarkan Lechner (2015 p239), *shading* yang akan digunakan pada perancangan ini adalah tipe fixed dan permainan fasad denah sebagaimana blok warna merah berikut ini.

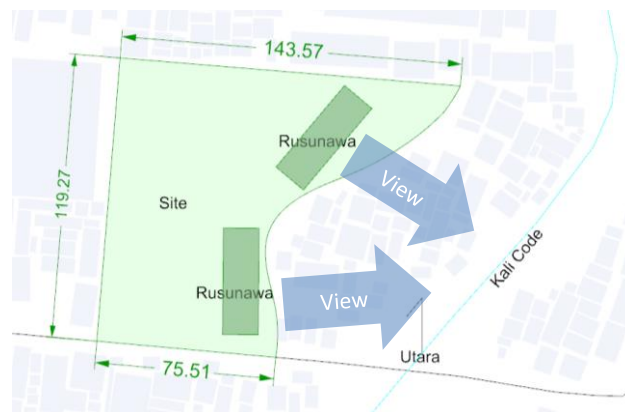
	<p>Denah seperti gambar disamping cocok untuk bangunan tropis karena bentuknya yang memanjang, selain itu dengan fasad seperti ini memungkinkan view ke sungai code dan cahaya matahari dari timur dapat maksimal.</p>
<p>Overhang Horizontal louvers in horizontal plane</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi terbaik untuk shading ini adalah pada sisi selatan, timur, dan barat 2. Harganya terbaik dan tidak terpengaruh beban angin
<p>Overhang Horizontal louvers in vertical plane</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi terbaik untuk shading ini adalah pada sisi selatan, timur, dan barat 2. Panjang shading bisa dikurangi karena ada kerai atau <i>louvers</i>, tapi membatasi view
<p>Vertical fin</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orientasi terbaik untuk shading ini adalah utara 2. Membatasi pandangan jika diletakkan di sisi timur dan barat

Sumber : Lechner, (2015 p239)

2.6.4 Analisis Konteks Tapak

2.6.4.1 Analisis M3K

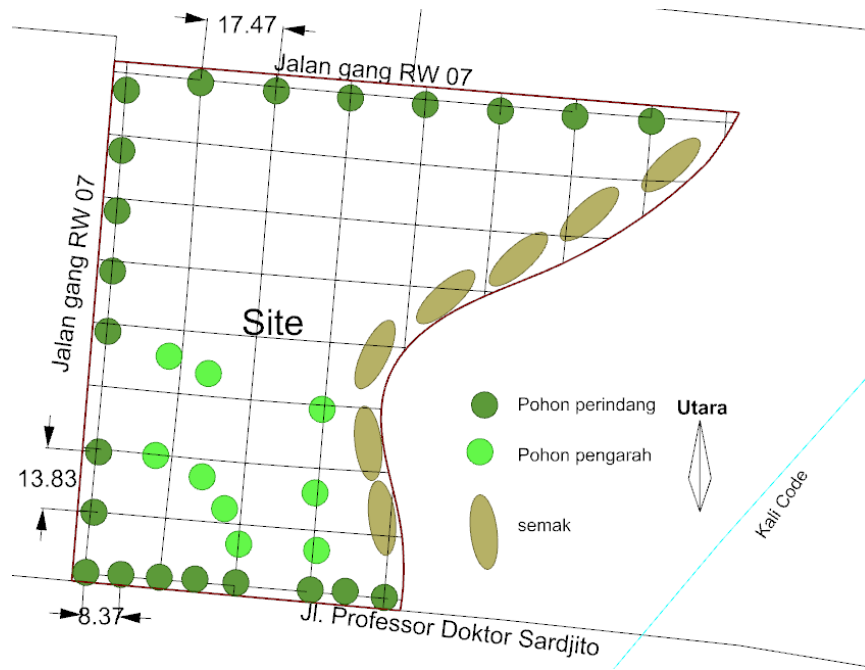
Konsep M3K ini berisi arahan untuk *munggah* (yang dicapai dengan membangun secara vertikal), *mundur* (menjauh dari sungai), dan *madhep* (menghadap ke Kali). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, perletakkan komposisi bangunan menghadap ke arah timur dengan kemiringan minimal 5° akan memberikan view 100% untuk setiap massa, jika arah diletakkan sesuai gambar dibawah.



Gambar 2.54 Analisis view ke sungai
Sumber : analisis penulis, 2018

2.6.4.2 Analisis Vegetasi

Site akan direncanakan ditanami pohon di beberapa titik. Pada batas site akan diletakkan pohon perindang berupa trembesi sebagai batas privasi sekaligus peneduh bagi jalur pedestrian, sedangkan semak sebagai pembatas daerah sungai dan pohon palem untuk memperjelas posisi gubahan massa. Semak diletakkan sebagai pembatas tersebut agar tidak menghalangi view rusunawa ke arah sungai yang akan dirancang, karena akan diterapkan konsep *madhep*.



Sumber : penulis, 2018

BAB III

HASIL RANCANGAN DAN PEMBUKTIANNYA

3.1 Konsep Perancangan Arsitektural

3.1.1 Konsep Zoning Fungsi

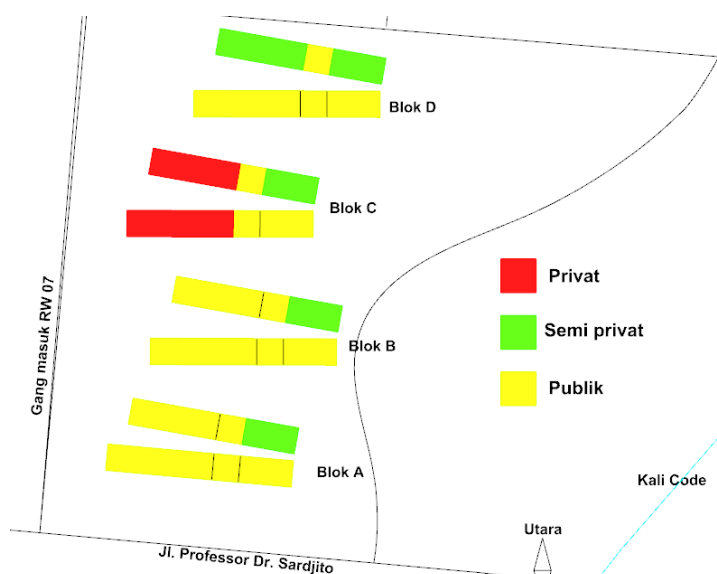
Berdasarkan analisis pada *programming* dapat diketahui bahwa total luas lantai rusunawa (KLB) pada perancangan ini adalah 8972,2 m², maka bentuk bangunan akan disesuaikan dengan pertimbangan analisis sebelumnya seperti analisis alur kegiatan dan hubungan ruang. Jumlah total tersebut akan dipecah menjadi 4 blok massa sesuai perhitungan sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kebutuhan unit hunian

Tipe unit	Kebutuhan unit/KK	Kondisi penghuni	Kebutuhan unit/ (jumlah lantai × jumlah massa bangunan)	
			Lantai	Unit
28	132	normal	Lantai 2-4	132/12= 11unit
21	96			96/12 = 8 unit
40,5	7	disabilitas	Diletakkan pada Lantai 1 dalam 1 massa bangunan, sehingga tidak perlu dihitung	
30,25	5			

Sumber : penulis, 2018

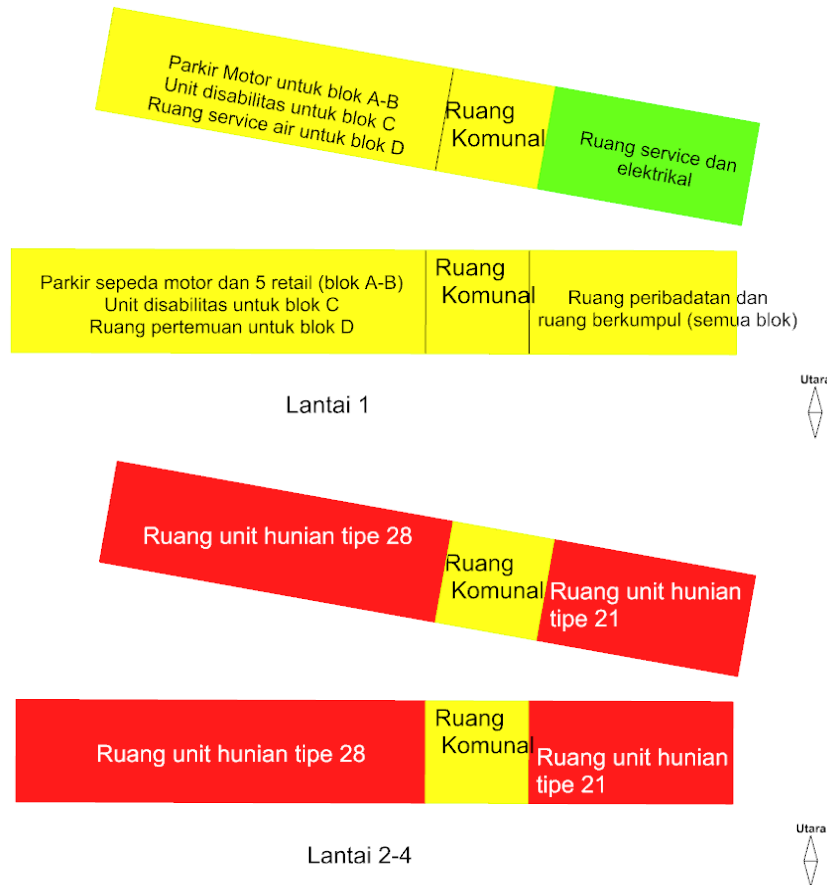
Luas lantai tersebut selanjutnya dapat diestimasi besaran panjang dan lebarnya dengan pemilihan bentuk massa memanjang tidak melebihi batas maksimum 50 meter (PERMEN PERPU No. : 05/Prt/M/2007) sebagai berikut.



Gambar 3.1 Konsep Zoning Fungsi

Sumber : Penulis, 2018

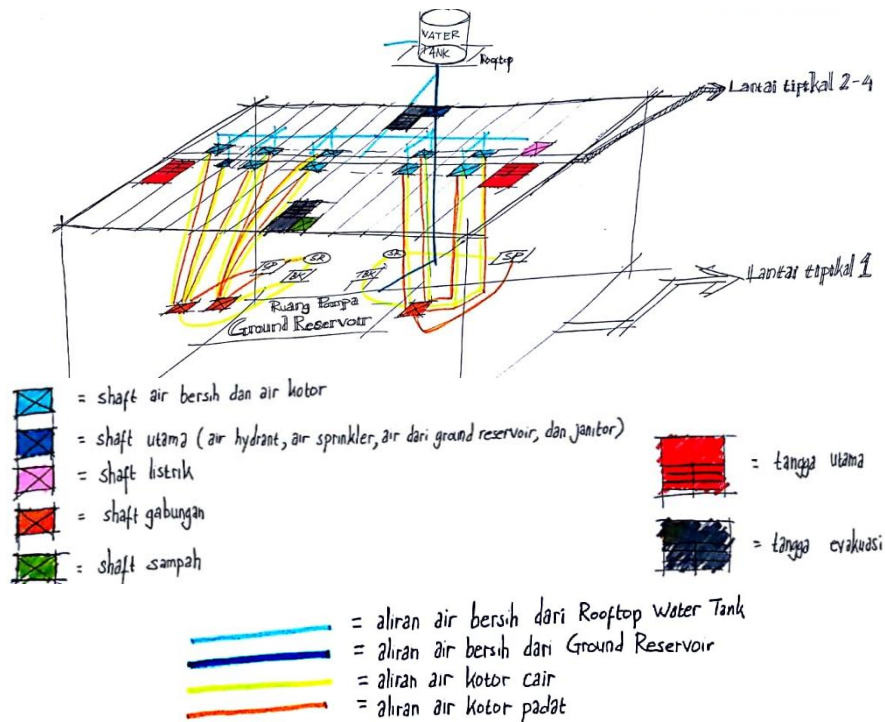
Pada gambar diatas, zona privat ditujukan untuk ruang unit hunian, zona publik untuk ruang perdagangan, parkir bersama, ruang peribadatan, dan ruang berkumpul dan untuk zona semi privat untuk area service, security, dan pertemuan formal.



Gambar 3.2 Konsep Zoning Fungsi Pembagian Ruang
Sumber : Penulis, 2018

3.1.2 Konsep Infrastruktur

Pada rancangan ini, sistem pendistribusian air menggunakan sistem down feed yang mana air dari ground reservoir dipompa menuju water tank di rooftop. Infrastruktur yang lain seperti tangga sirkulasi utama ditempatkan di tengah panjang bangunan, dan tangga evakuasi di sebelah ujung timur dan barat bangunan dengan jarak jangkauan tidak lebih dari 20 meter. Pada tangga sirkulasi utama disematkan shaft utama dan janitor, dan pada ujung barat bangunan diletakkan shaft sampah untuk memudahkan jangkauan truk sampah, karena sirkulasi dalam site satu-satunya dari sisi barat.



Gambar 3.3 Konsep Infrastruktur

Sumber : penulis, 2018

3.1.3 Konsep Passive Cooling

3.1.3.1 Konsep Green Roof untuk Atap Rusunawa

Berdasarkan pertimbangan kelas sosial masyarakat berpenghasilan rendah pada rusunawa, *green roof* dengan tipe ekstensif adalah pilihan tepat, karena biaya yang tidak mahal dibanding tipe intensif (Frick, 2008). *Green roof* yang digunakan dalam perancangan ini, berdasarkan KTI 2017 dipilih berbentuk pelana, karena telah terbukti paling unggul pada penelitian tersebut, dan *green roof* tersebut memiliki 4 lapisan seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.4 Ilustrasi potongan green roof

Sumber : penulis dalam KTI, 2017

Sistem penanaman *green roof* pada perancangan ini, menerapkan tipe ekstensif *complete* atau ditanam dengan ketebalan tipis secara menyeluruh menutupi bidang atap. Berikut adalah data material atau *thermal properties* yang dibutuhkan untuk pengujian desain secara simulasi.

1) Data Material Lapisan Vegetasi

Tanaman yang disimulasikan dan akan digunakan pada perancangan ini adalah tanaman *zoysia tenuifolia*. Tanaman tersebut merupakan jenis rumput asli daerah Asia Tenggara dan benua Asia (learn2grow.com), dan dikenal sejenis dengan rumput jepang atau rumput manila. Untuk melakukan pengujian simulasi maka data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Spesifikasi vegetasi untuk *green roof* yang diteliti di Hong Kong

Plant species	<i>Zoysia Tenuifolia</i>
Height of plant (m)	0.035
Leaf area index	2.2
Leaf reflectivity	0.29

Sumber : Chan & Chow dalam KTI 2017

Pada tabel diatas masih kekurangan data tentang minimum *stomatal resistance* dan *leaf emmissivity*, maka untuk melengkapi data tersebut, akan diambil dari data penelitian Sailor dkk. (dalam Chowdhury dkk., 2017) berikut dibawah ini.

Tabel 3.3 Spesifikasi vegetasi untuk *green roof*

Name	Unit	Eco Roof Model
Leaf Emissivity		0.95
Minimum Stomatal Resistance	s/m	180

Sumber : Sailor dkk. dalam Chowdhury dkk., 2017

2) Data Material Lapisan Media Tanam

Berikut data material tanah yang diunduh dari *web hydrashare.github.io*. Data ini berisi material tanah, ketebalan, tekstur, dan nilai *thermal properties* lainnya, yang akan diuraikan sebagai berikut.

Tabel 3.4 Data *thermal properties* media tanam

<i>Thermal properties</i> dari media tanam	value
Tekstur	Rata-rata kasar
Ketebalan (m)	0,1
Konduktivitas dari tanah kering (W/m-K)	0,35
Kepadatan dari tanah kering (kg/m ³)	1100
<i>Specific heat</i> dari tanah kering (J/kg-K)	1200
Penyerapan termal	0,9
Penyerapan sinar matahari	0,7
<i>Visible absorptance</i>	0,75
Ketahanan <i>volumetric</i> kandungan uap air dari lapisan tanah	0,3
Bekas <i>volumetric</i> kandungan uap air dari lapisan tanah	0,01
Metode perhitungan sebaran uap air	0,1

Sumber : Mackey dalam KTI, 2017

3) Data Material Lapisan Roof Membrane

Pada lapisan ketiga dipilih material *roof membrane*, karena berfungsi sebagai lapisan kedap air, seperti yang telah diuraikan pada kajian pustaka. Data material didapatkan dari *database default software* simulasi (dalam *energy plus*).

Tabel 3.5 Ringkasan data *roof membrane*

<i>Thermal Properties</i> dari <i>roof membrane</i>	value
Tekstur	Sangat kasar
Ketebalan (m)	0,0095
Konduktivitas (W/m-K)	0,16
Kepadatan (kg/m ³)	1121,29
<i>Specific heat</i> (J/kg-K)	1460
Penyerapan Termal	0,9
Penyerapan sinar matahari	0,7
(data tidak diketahui)	0,7

Sumber : *Energy plus v8.5 dalam KTI, 2017*

4) Data Material Lapisan 8in Concrete HW

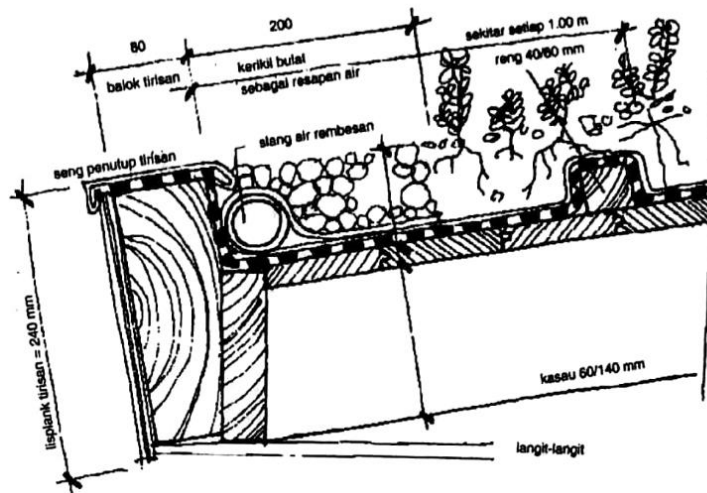
Pada lapisan terbawah dari *green roof* disimulasikan struktur beton berupa material 8in *concrete HW*. Data material tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.6 Ringkasan data *8in Concrete HW*

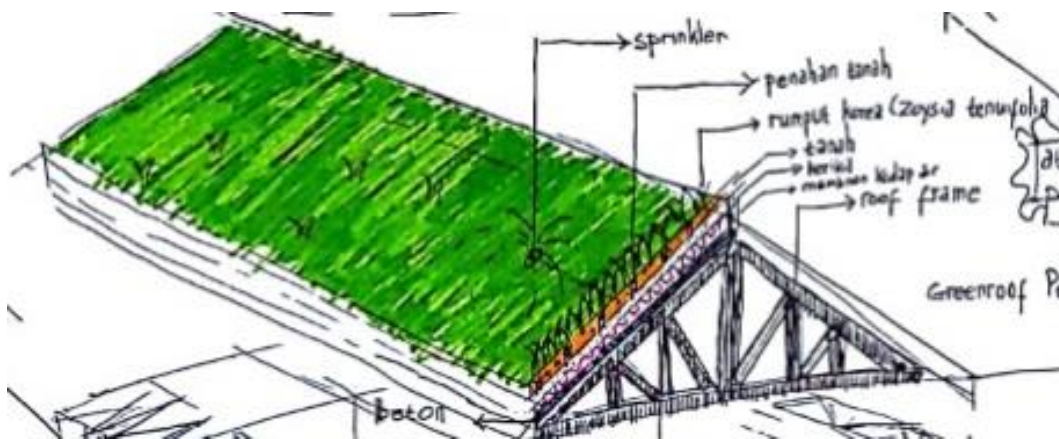
<i>Thermal Properties</i> dari 8in Concrete HW	value
Tekstur	Medium rough
Ketebalan (m)	0,2033
Konduktivitas (W/m-K)	1,72
Kepadatan (kg/m ³)	2242,9
<i>Specific heat</i> (J/kg-K)	836,9
Penyerapan Termal	0,9
Penyerapan sinar matahari	0,65
(data tidak diketahui)	0,65

Sumber : *Energy plus v8.5 dalam KTI, 2017*

Berdasarkan Feriadi dan Frick, 2008, untuk mencegah lapisan tanah pada *green roof* dari longsor, maka perlu penambahan reng 4/6cm setiap jarak 1 meter (*roof membrane*) yang diletakkan dibawah lapisan kedap air. Pada sisi *maintenance* atau perawatan kondisi vegetasi (rumput *zoysia tenuifolia*) maka pada beberapa bagian perlu dipasang sprinkler.

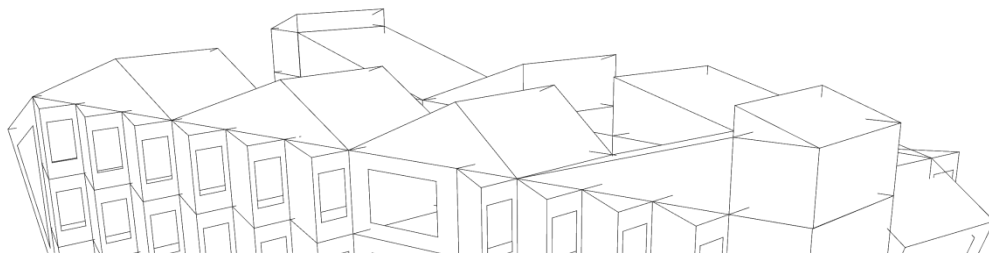


Gambar 3.5 Potongan green roof
 Sumber : Feriadi dan Frick, 2008



Gambar 3.6 Green roof
 Sumber : penulis, 2018

Sedangkan untuk penempatan atap yang sesuai dengan modul struktur dan menghindari bidang atap yang terlalu panjang, serta memberi estetika, maka bentuk atap dipecah seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Perspektif rancangan atap dalam satu blok rusunawa
 Sumber : rancangan penulis, 2018

3.1.3.2 Konsep Dinding sebagai Selubung Bangunan

Dinding pada perancangan ini menggunakan material bata dengan cat putih. Pemilihan tersebut didasari pada teori yang disebut pada buku Karyono (2010) dan jurnal dari Oropeza-Perez & Østergaard (2018), bahwa building color, khususnya warna putih merupakan contoh passive cooling yang unggul dibanding warna lain. Berikut adalah rincian thermal properties sebagai berikut yang akan digunakan untuk pengujian desain.

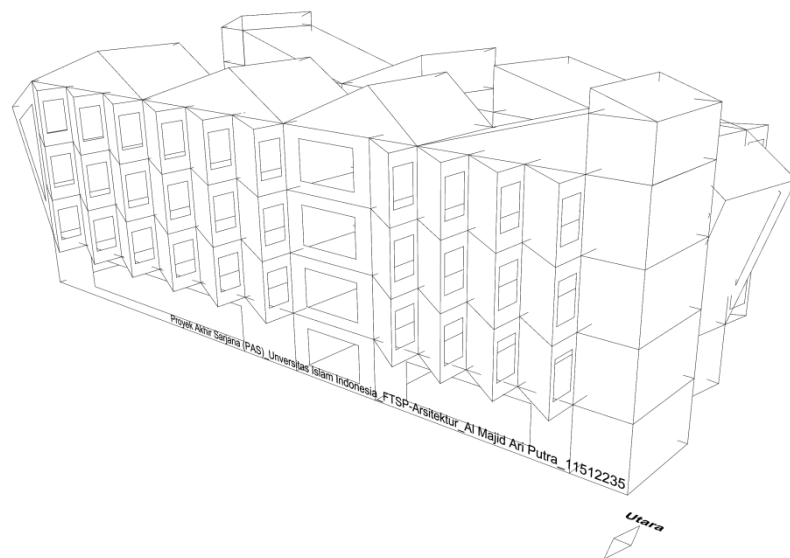
Name	Brick	Cat permukaan dinding luar	α
Roughness	Smooth	Pernis hijau.	0,79
Thickness (m)	0.254	Hijau medium.	0,59
Conductivity (W/m-k)	0.55~1.34	Kuning medium.	0,58
Density (Kg/m ³)	1200~1789	Hijau / biru medium.	0,57
Specific Heat (J/kg-K)	1150~1450	Hijau muda.	0,47
Thermal Absorptance	0.9	Putih semi kilap.	0,30
Solar Absorptance	0.7	Putih kilap.	0,25
Visible Absorptance	0.7	Perak.	0,25
		Pernis putih	0,21

Keterangan : blok merah yang dipilih

Tabel 3.7 Thermal properties dinding bata cat putih kilap

Sumber : (Chowdhury, Hamada, & Ahmed, 2017) dan (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000)

Sedangkan untuk mengurangi laju angin dari arah utara (NNE), maka posisi dinding perlu dimiringkan sehingga membentuk posisi dinding zigzag atau seperti bergerigi dengan bukaan ditempatkan seperti gambar dibawah ini.

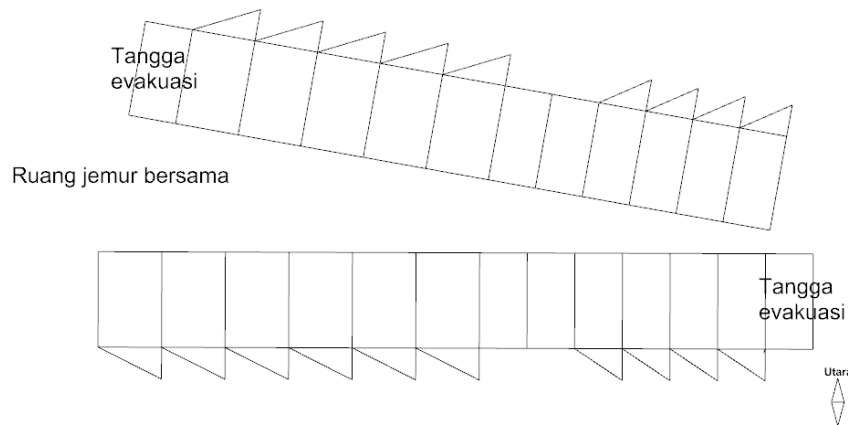


Gambar 3.8 Bentuk selubung bangunan

Sumber : rancangan penulis, 2018

3.1.3.3 Konsep Penempatan Ruang dan Orientasi Bangunan

Ruang-ruang yang membutuhkan panas sinar matahari seperti ruang jemur dan ruang-ruang yang tidak masalah jika menerima banyak panas sinar matahari seperti ruang sirkulasi tangga evakuasi, ditempatkan pada ujung bangunan pada arah timur dan barat.



Gambar 3.9 Konsep penempatan ruang
Sumber : rancangan penulis, 2018

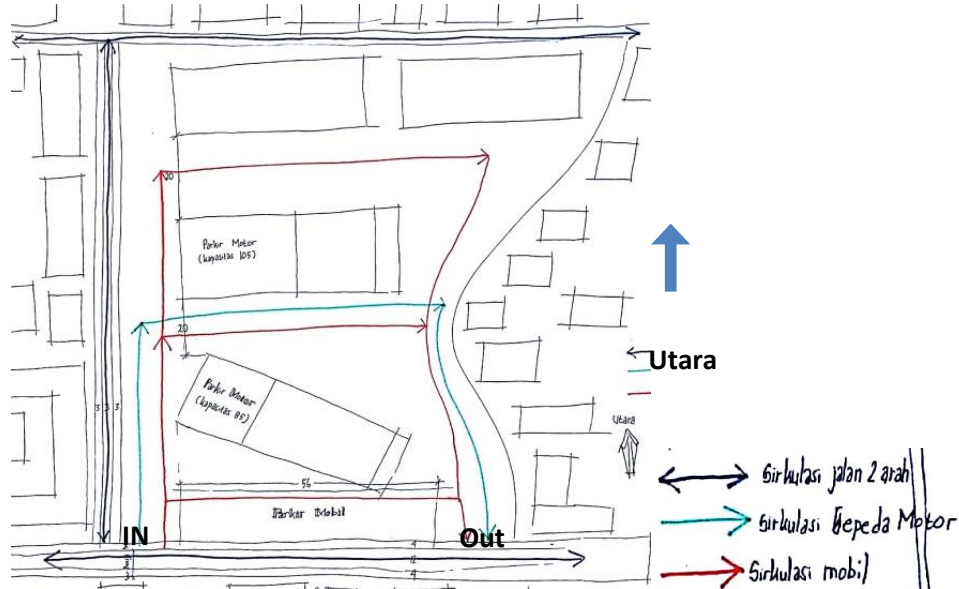
3.1.4 Konsep M3K

Konsep ini dapat ditempuh dengan memenuhi 3 syarat utamanya yaitu, :

1. Munggah (naik) yaitu menempatkan rumah ketempat yang lebih tinggi (dibuktikan pada analisis sebelumnya menggunakan data STUPA 7 penulis, berupa jumlah rumah pada kontur yang telah dipindahkan dan membangun secara vertikal atau membangun rusunawa (dibuktikan dengan perancangan ini).
2. Madhep (menghadap sungai), yaitu dengan mengarahkan sisi panjang bangunan menghadap arah utara-selatan dengan setiap blok membentuk huruf “v” kearah sungai dengan sudut 5° dihitung searah garis as jalan utama (Jl. Professor Dr. Sardjito). Berkat arah hadap utara-selatan dan bentuk blok “v”, pergerakan udara tidak terhambat dan mempertahankan kenyamanan termal sebagaimana pada konsep *passive cooling* bagian orientasi sebelumnya.

3.1.6 Konsep Sirkulasi

Perletakkan area parkir berada sedekat mungkin dengan akses jalan utama untuk memudahkan sirkulasi.



Gambar 3.13 konsep sirkulasi
Sumber : penulis, 2018

3.2 Uji Desain

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan data cuaca, waktu, lokasi, material yang bersumber dari data KTI yang telah diperbaharui. Berikut ini beberapa parameter yang digunakan untuk pengujian desain.

3.2.1 Data Iklim

Data iklim berupa file *Energyplus Weather (EPW)* yang digunakan untuk melakukan simulasi keadaan *thermal* ruangan. Data tersebut bersumber dari penelitian penulis pada KTI (2017) dengan *update* data cuaca tahun 2016 dari BPS Provinsi D.I. Yogyakarta (2017). Berikut cuaca *existing* pada kelurahan Cokrodingratan, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta.

Tabel 3.8 Data Cuaca di Yogyakarta

Informasi Cuaca	Waktu	Value
Suhu rata-rata <i>Dry bulb temperature</i> atau <i>Ta (Temperature air)</i>	23 September, pukul 12.00 s.d .14.00	30,73°C
Kelembaban rata-rata atau <i>Relative humidity (RH)</i>	23 September, pukul 12.00 s.d .14.00	69,66 %
Kecepatan angin	rata-rata dalam setahun	6,6m/s

Sumber : Modifikasi KTI, 2017

3.2.2 Data Lokasi

Data lokasi bersumber dari peta koordinat *google earth pro*, sedangkan *altitude* (tinggi tanah terhadap permukaan laut) dari BPS dengan wilayah Jetis, karena untuk wilayah Cokrodiningratan tidak ditemukan.

Tabel 3.9 Data Lokasi

Informasi	Value
Lokasi	Lintang 7°46' S dan Bujur 110°22' E
Altitude	114 m

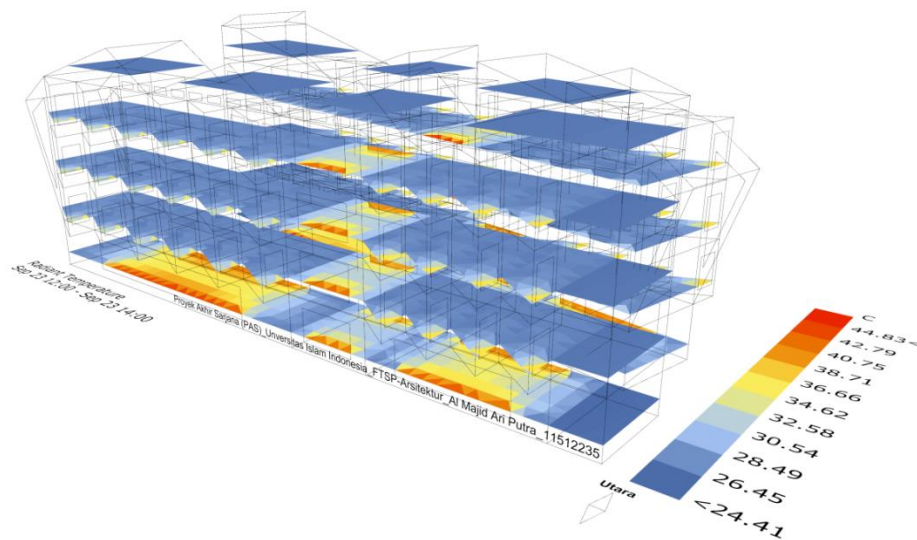
Sumber : Modifikasi KTI, 2017

3.2.3 Data Material dan Bukaannya

Ukuran bukaan pada pengujian diatur dengan rasio 40% dari luas dinding (0,4 *glzratio* pada software simulasi *honeybee* 0.0.63 lihat gambar), Sedangkan material dinding menggunakan bata cat putih kilap dan atap menggunakan *greenroof*, sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya pada analisis *building color*.

3.2.4 Pengujian Desain terhadap Suhu MRT indoor

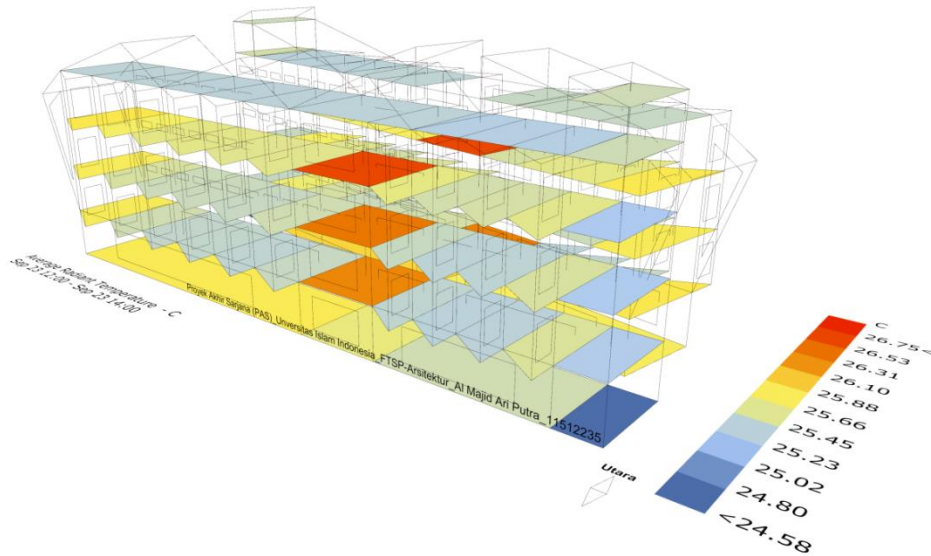
Pada pengujian ini menunjukkan bahwa area yang berdekatan dengan jendela memiliki suhu tertinggi yaitu 44,68°C, namun suhu tersebut tidak menyentuh pada unit hunian sehingga suhu didalamnya aman dari hawa panas. Hal tersebut terlihat pada angka yang tercapai di ruang tersebut yaitu 24,31°C sampai 26,38°C, dan suhu tersebut telah memenuhi syarat dalam SNI 6390-2011 yaitu $25,5^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$.



Gambar 3.14 Uji desain simulasi suhu *radiant temperature* indoor pada ketinggian 1m tiap permukaan lantai

Sumber : penulis, 2018

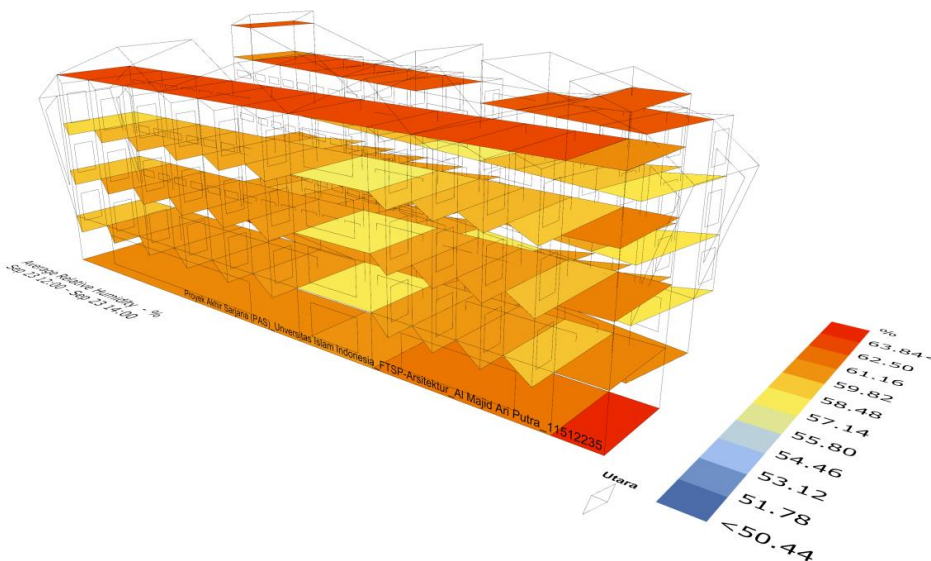
Sedangkan berdasarkan pengukuran suhu MRT rata-rata tertinggi yang dihasilkan oleh rancangan desain ini adalah 26,75°C berada pada lantai 2-4 pada ruang komunal, sedangkan ruang unit hunian memiliki suhu tertingginya di bagian timur dan barat yaitu 25,45°C sampai 25,66°C dan telah memenuhi syarat suhu standar dalam SNI 6390-2011 yaitu 25,5°C ± 1,5°C.



Gambar 3.15 Uji desain simulasi suhu MRT indoor
Sumber : penulis, 2018

3.2.5 Pengujian desain terhadap RH indoor

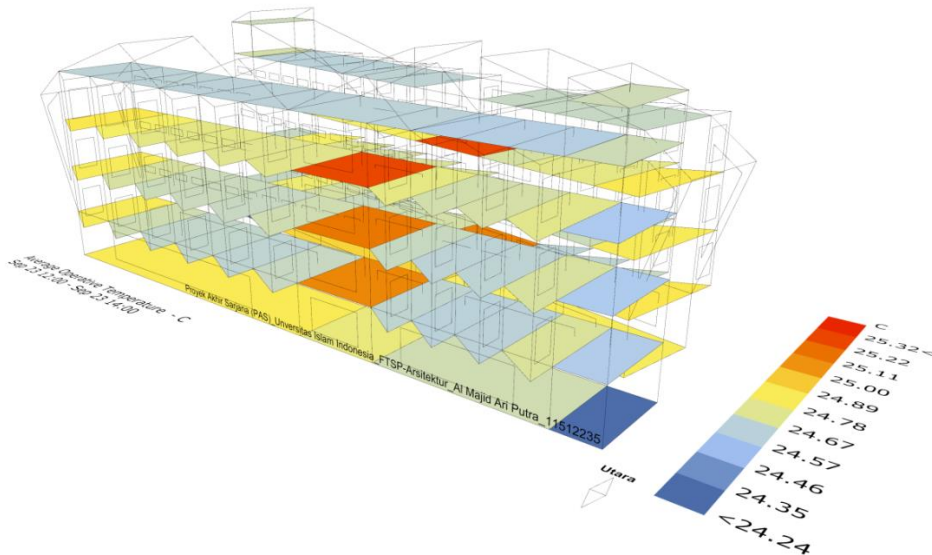
Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada gambar 3.11, rancangan rusunawa ini telah memenuhi kriteria kelembaban yang di sarankan SNI, yaitu pada ruang unit hunian, RH diperoleh pada angka 57,14% sampai 59,82%.



Gambar 3.16 Uji desain simulasi RH indoor
Sumber : analisis penulis, 2018

3.2.6 Pengujian desain terhadap Operative Temperature

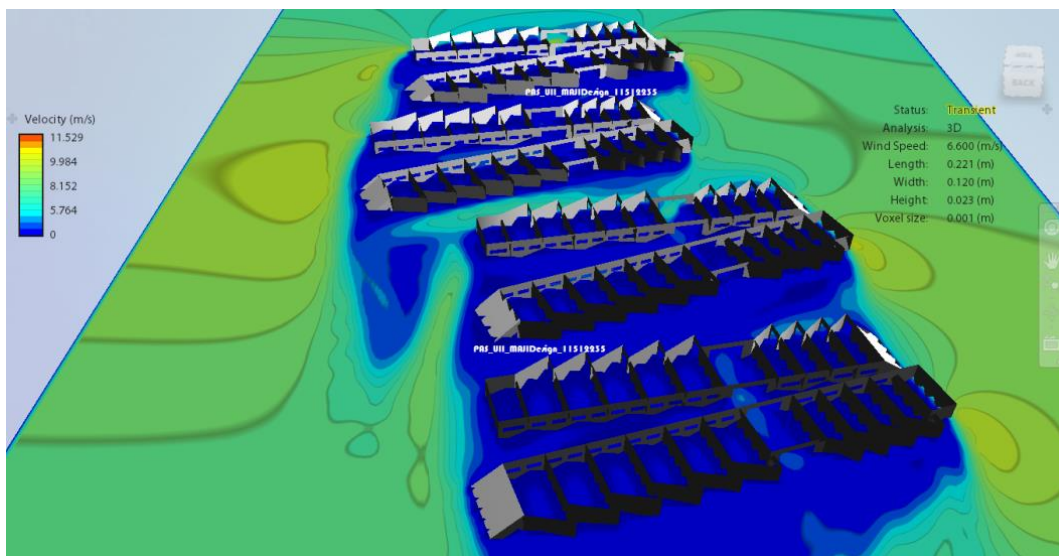
Suhu rata-rata *operative temperature* pada simulasi dibawah ini menunjukkan angka yang telah memenuhi syarat nyaman, yaitu pada unit hunian berada pada suhu 24,57°C-24,89°C, jika mengacu pada standar dalam penelitian damiati dkk., 2016, karena SNI belum menyediakan standar *operative temperature*.



Gambar 3.17 Uji desain simulasi operative temperature pada rancangan
Sumber : penulis, 2018

3.2.7 Pengujian desain terhadap kecepatan angin Outdoor

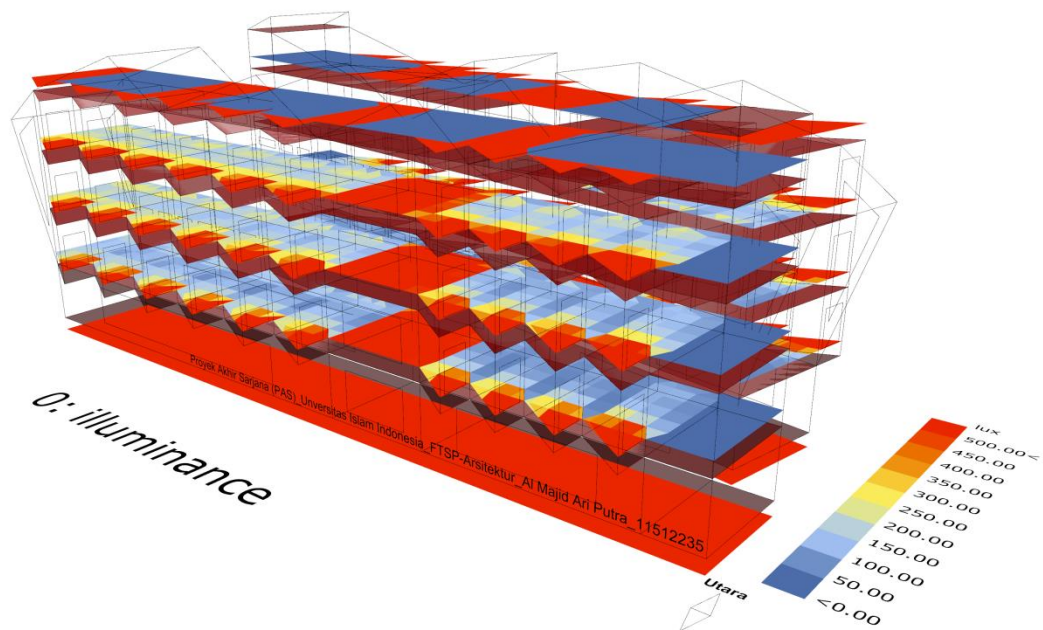
Aliran udara yang memasuki unit hunian berdasarkan simulasi berada pada kecepatan yang nyaman ditandai dengan warna birunya.



Gambar 3.18 Uji desain pengukuran angin
Sumber : Penulis, 2018

3.2.8 Pengujian desain terhadap *Daylighting*

Pengujian ini bersifat tambahan atau terlepas dari parameter kenyamanan termal, tetapi diperlukan untuk mengetahui kualitas cahaya yang memasuki ruangan. Mengingat kebanyakan rusunawa di kota Yogyakarta, berdasarkan Mulyandari (2012) masih kekurangan pencahayaan. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pengujian ini hanya dilakukan pada pukul 10 pagi, karena penulis berasumsi arah penyinaran cahaya matahari dari timur (saat pagi hari) lebih dibutuhkan daripada penyinaran dari arah barat, selain itu disisi barat bangunan tidak diberi bukaan sehingga hasilnya dapat diketahui tanpa di uji.



Gambar 3.19 Uji desain simulasi *daylighting*
Sumber : penulis, 2018

3.2.9 Perhitungan RTTV

Perhitungan RTTV dibawah ini menggunakan parameter " a ", " U_r ", " TD_{Ek} ", " ΔT ", dan " SF " dari data KTI (2017) penulis. Sedangkan nilai " A_r " dan " A_0 " yang merupakan nilai luasan atap, diperoleh dari perhitungan secara parametrik (gambar) dan disesuaikan dengan perancangan ini yaitu $590,45m^2$.

$$\begin{aligned}
 RTTV &= \frac{a \cdot (A_r \times U_r \times TD_{Ek}) + (\Delta T) + (SF)}{A_0} \\
 &= \frac{0.66 \cdot (590,45 \times 0.8 \times 20) + (5) + (316)}{590,45} \\
 &= 11,1 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diketahui nilai RTTV setiap massa rusunawa adalah 11 W/m², sehingga telah memenuhi syarat yang ditentukan dalam SNI (45W/m²)

3.2.10 Perhitungan OTTV

Perhitungan ini menggunakan material thermal properties dari bata dilapisi cat putih kilap, berikut adalah perhitungannya.

$$\text{OTTV} = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - \text{WWR})] \times \text{TDEK} + (\text{SC} \times \text{WWR} \times \text{SF}) + (U_f \times \text{WWR} \times \Delta T) =$$

$$0,47(0,55 \times (1-0,4) \times 20 + (0,4 \times 147) + (0,4 \times 5) = 63,9 \text{ Watt/m}^2.$$

BAB IV DISKRIPSI HASIL RANCANGAN

Bab ini memaparkan tentang hasil rancangan penulis dimulai dari situasi, *site plan*, denah rusunawa tiap lantai, selubung bangunan dan detail arsitektur, interior bangunan, sistem struktur dan utilitas, dan sistem akses disabilitas.

4.1 Situasi

Perletakkan *block* rusunawa diarahkan sesuai arah angin yang terbesar yaitu *north-north east* atau diantara arah utara dan timur laut. Block-block rusunawa tersebut ditempatkan secara maju mundur dari arah timur dan barat dengan ruang kosong ditengah setiap *block* rusunawa dengan tujuan aliran udara tetap bisa mengalir melewati 4 *block* bangunan, sedangkan fungsi lainnya adalah sebagai ruang komunal. Penempatan tersebut juga didukung dengan sudut kemiringan denah rusunawa yang miring 5° dari sumbu as jalan utama (Jl. Professor Dr. Sardjito) untuk mendapatkan view ke sungai, sesuai arahan pemerintah Yogyakarta dalam konsep M3K.



Gambar 4.1 Situasi

Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

Bentuk block yang memanjang dan ramping, dimaksudkan menghasilkan efek *cross ventilation* untuk membuat sirkulasi udara yang mengalir lancar, sesuai

teori Lechner (2015). Selain itu, block rusunawa yang menghadap orientasi utara-selatan ini, telah diketahui menghasilkan temperatur, kelembaban ruang, dan kecepatan angin (MRT, Operative Temperature, dan RH) yang memenuhi standar dalam SNI dan standar dari Lipsmeier (1997). Hal tersebut berkat pengaturan bukaan, orientasi, material dinding dan atap yang menggunakan tanaman berupa rumput *zoysia tenuifolia* (green roof).

4.2 Site Plan (Rancangan Tapak)

Akses masuk site diarahkan menggunakan jalur utama disisi barat site dengan akses dua arah, dan mobil keluar site di sisi timur. Penyediaan lahan parkir mobil berjumlah 8 di sisi selatan dekat jalan utama dan 2 lahan parkir mobil di arah utara untuk penyandang disabilitas. Sedangkan penyediaan parkir sepeda motor ditempatkan di dalam rusunawa tepatnya di *block A* dan *block B*.



Gambar 4.2 Site Plan

Sumber : Hasil rancangan penulis, 2018

Pemecahan jumlah block rusunawa terbagi menjadi 4 yang disesuaikan berdasarkan analisis-analisis sebelumnya. *Block-block* rusunawa ini dibedakan

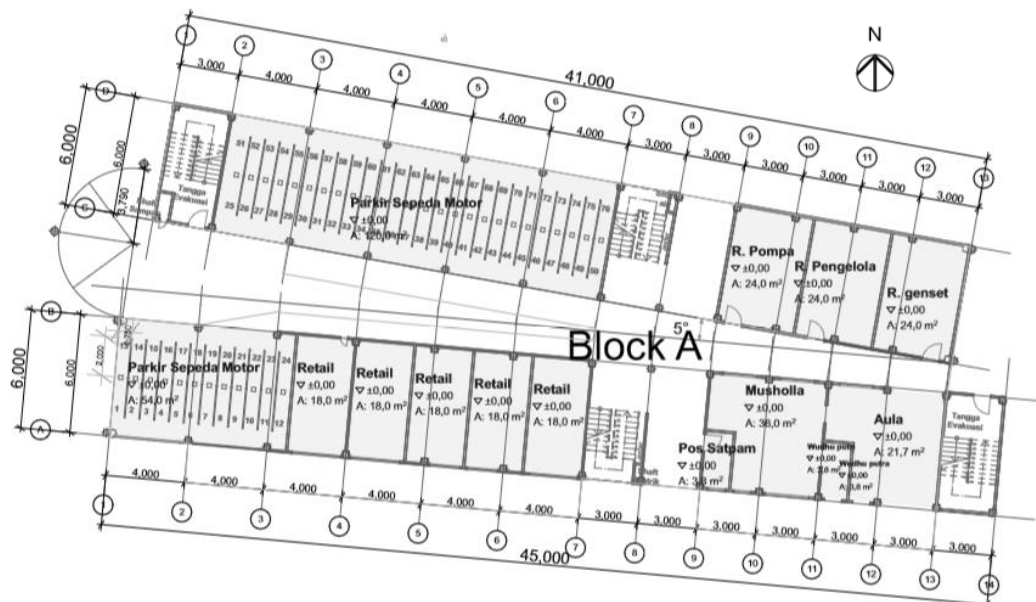
berdasarkan fungsi lantai dasarnya, sedangkan lantai-lantai di atasnya memiliki fungsi yang sama. Block terdekat dengan jalan atau *block A* dan *block B* difungsikan sebagai *block* retail dan parkir kendaraan. *Block C* dikhususkan untuk penyandang disabilitas pada lantai dasarnya, sedangkan *block D* untuk area perkumpulan warga dan fasilitas penyediaan air bersih dan energi listrik. Pada area yang kosong di sisi timur laut, akan dimanfaatkan sebagai area rekreasi, olahraga (badminton), lahan bercocok tanam (sesuai dengan historis konteks lokasi dalam Ramdhon, 2018).

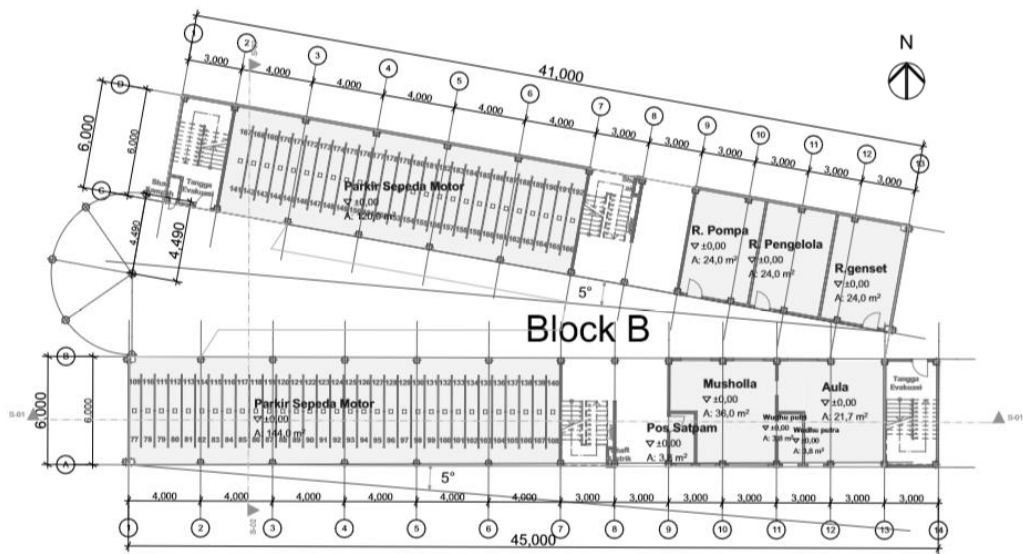
4.3 Denah

Denah pada rusunawa ini dibedakan menjadi 4 fungsi sesuai block massanya, sedangkan lantai 2-4 memiliki fungsi ruang yang sama, berikut adalah penjelasannya.

4.3.1. Denah Block A dan Block B Lantai 1

Pada denah *block A* dan *block B* ini, ruangan sebelah barat difungsikan sebagai area parkir sepeda motor dengan jumlah 192. Penempatan tersebut didasari karena berdekatan dengan jalan akses site dan jalan utama, sehingga memudahkan akses sirkulasi sedangkan sisi timur dan depan atau selatan, sebagiannya diperuntukkan retail dengan jumlah kios 10 ruangan luasnya.

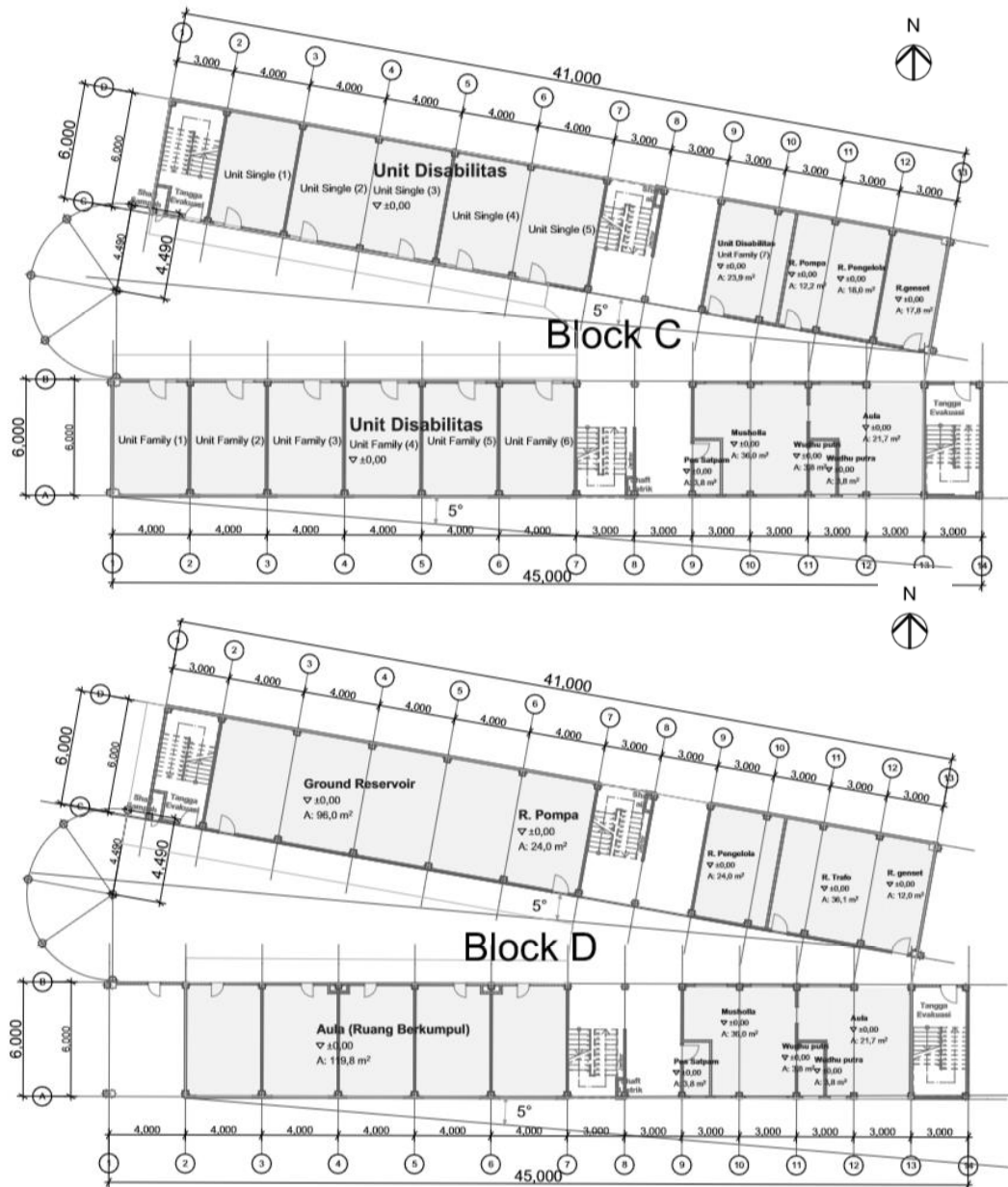




Gambar 4.3 Denah lantai 1 block A dan B
Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

4.3.2. Denah Block C dan Block D Lantai 1

Denah block C dibawah disediakan ruang-ruang untuk penyandang disabilitas yang berjumlah 12 sesuai analisis perhitungan kebutuhan ruang pada pembahasan sebelumnya. Sedangkan block D berfungsi sebagai area penyedia sumber air bersih dan energi listrik yang berasal dari PLN dan genset, serta sebagiannya difungsikan sebagai area berkumpul atau aula, sementara sisanya untuk musholla dan ruang komunal.



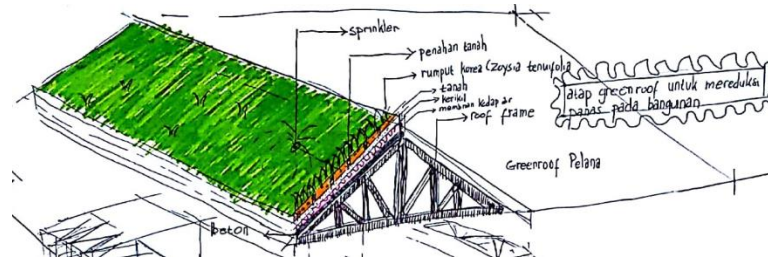
Gambar 4.4 Denah lantai 1 block A dan B
Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

4.4 Selubung Bangunan dan Detail Arsitektur

Selubung bangunan pada rancangan rusunawa ini, dipecah menjadi dua elemen yaitu selubung dinding dan atap. Selubung bangunan pada dinding menggunakan dinding cat putih dengan posisi miring zigzag untuk memperoleh kenyamanan termal dan sirkulasi udara yang nyaman.

Sementara selubung atap menggunakan material *green roof* sebagaimana telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Atap ini telah teruji menurunkan

suhu radiasi pada ruangan dan pada penelitian-penelitian sebelumnya, penerapan atap ini membantu mengurangi dampak negatif urban heat island dan polusi suara dan udara pada atap konvensional.



Gambar 4.5 Green roof
Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

4.5 Interior Bangunan

Pemilihan unit hunian dibagi menjadi dua yaitu tipe 28 dan tipe 21. Tipe 28 diperuntukkan bagi keluarga dengan jumlah anggota 4 orang, sedangkan tipe 21 bagi keluarga muda atau single berjumlah 3 orang. Tipe 28 berisikan dua kamar tidur dengan sekat dinding, karena berdasarkan thesis Pamungkas (2010), ruang tidur tanpa sekat dinding antara anak dan orang tua akan menimbulkan penyimpangan psikologis seksualitas yang mendorong anak menjadi nakal secara seksualitas terhadap lawan jenis.



Gambar 4.6 unit tipe 28
Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

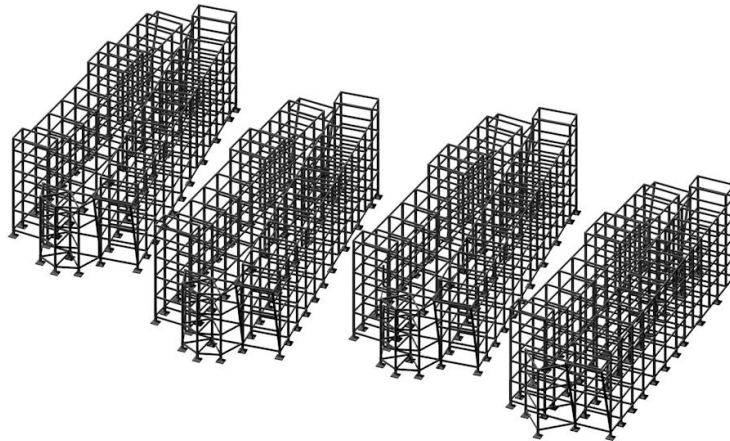


Gambar 4.7 unit tipe 28

Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

4.6 Sistem struktur dan utilitas

Sistem struktur menggunakan pola grid 6×4 dan 6×3 dengan beton bertulang.

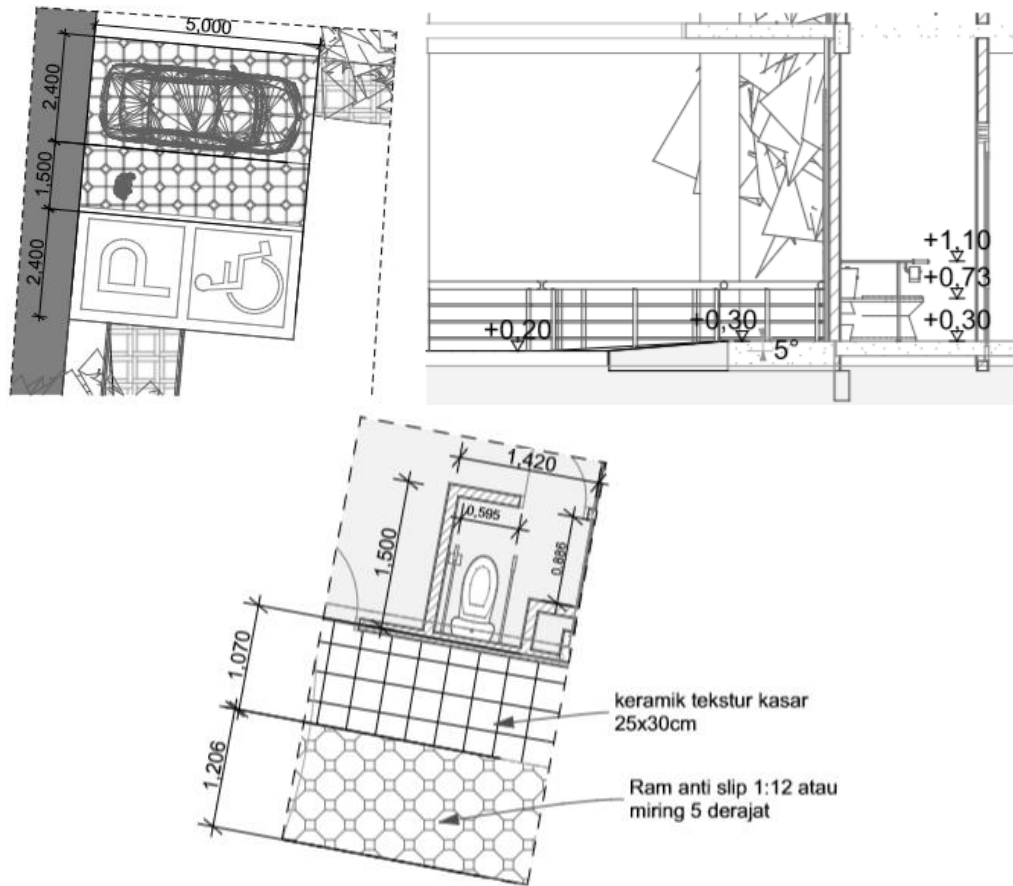


Gambar 4.8 Struktur grid beton bertulang

Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

4.7 Akses Disabilitas

Akses disabilitas disediakan pada lahan parkir, ramp, dan dimensi ruang toilet sesuai arahan standar seperti hasil rancangan berikut.



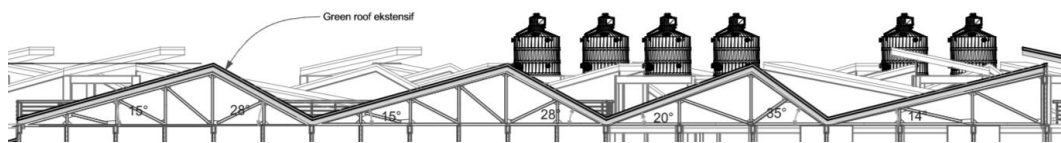
Gambar 4.9 Akses Disabilitas
Sumber : hasil rancangan penulis, 2018

BAB V BAGIAN EVALUASI RANCANGAN

Pada bab ini, evaluasi rancangan dilakukan dengan merespon beberapa masukan dari Pembimbing dan Penguji yang telah penulis rangkum untuk memperbaiki beberapa bagian yang dirasa kurang tepat dan maksimal.

5.1 Konstruksi atap *green roof*

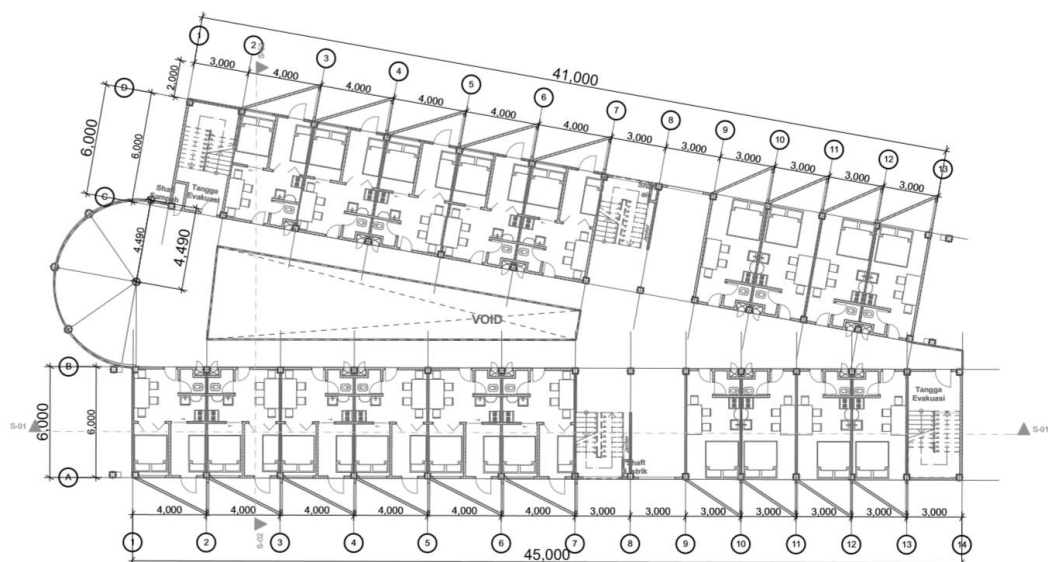
Pada konstruksi atap *green roof* menggunakan rangka baja dengan kuda-kuda sebagai berikut.



Gambar 5.1 Potongan kuda-kuda green roof
Sumber : evaluasi penulis, 2018

5.2 Layout perabot unit

Tata letak perabot pada masing-masing unit menyesuaikan standar yang telah disebut pada bagian “programming” dan diatur mengikuti pola denah unit seperti dibawah ini.



Gambar 5.2 Denah layout perabot
Sumber : evaluasi penulis, 2018

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Chiara, J. De, & Callender, J. (1987). *Timesaver Standards for Building Types 2nd Edition*.
- Feriadi, Henry., & Frick, Heinz. (2008). *Atap Bertanaman Ekologis dan Fungsional*. Yogyakarta. Kanisius.
- Joga, Nirwono. (2013). *Gerakan Kota Hijau*. Jakarta : Gramedia.
- Karyono, Tri Harso. (2010). *Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*. Jakarta: Penerbit PT Raja Grafindo Persada
- Lippsmeier, Georg. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta. Erlangga : PT. Gelora Aksara Pratama.
- Lechner Robert, (2015), *Heating Cooling Lighting Sustainable Method For Architects Fourth 4 Edition*, John Wiley & Sons, Inc, Canada
- Satwiko, Prasasto. (2009). *Fisika Bangunan*. Yogyakarta. C.V Andi Offset : Andi Offset
- Sugini. (2014). *Kenyamanan Termal Ruang, Konsep dan Penerapan pada Desain*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Tanggoro, Dwi. (2010). *Utilitas Bangunan*. Jakarta : Universitas Indonesia.

Jurnal

- Adisurya, S. I. (2016). KAJIAN BESARAN RUANG PADA UNIT RUMAH SUSUN DI JAKARTA, Studi Kasus: Rusun Tebet, Rusun Tanah Abang dan Rusunami Kalibata, *I*(1), 93–112.
- Adyasari, M. I. K. (2015). STRATEGI PENGEMBANGAN KAPASITAS DALAM PENDAYAGUNAAN RUMAH SUSUN SEWA COKRODIRJAN , KOTA YOGYAKARTA, *I*(1).

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2000). Konservasi Energi pada Selubung Bangunan. *Sni 03-638-2000*, 1–39.
- BPS Kota Yogyakarta. (2017). Kecamatan Jetis Dalam Angka Tahun 2017, (BPS Kota Kota Yogyakarta), xxii + 202.
- BPS Provinsi DIY. (2017). Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka.
- Centauri, F., & Ikhwanuddin. (2015). Ruang berkumpul informal anak di rusunawa jogoyudan, kampung gowongan kidul kecamatan gondokusuman yogyakarta 1,2, *XI(1)*, 23–31.
- Chowdhury, S., Hamada, Y., & Ahmed, K. S. (2017). Indoor heat stress and cooling energy comparison between green roof (GR) and non-green roof (n-GR) by simulations for labor intensive factories in the tropics. *International Journal of Sustainable Built Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.09.001>
- Damiati, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, *109*, 208–223. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.024>
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota. (1998). Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Fasilitas Parkir.
- DPE, N. (2017). Sydenham to Bankstown - Draft Urban Renewal Corridor Strategy - Building Types.
- Dr.Rumiati Rosaline Tobing Hadian Agustinus. (2012). Pengaruh Sirkulasi Internal Terhadap Rasio Efisiensi Luas Lantai Bangunan Pada Rumah Susun Sewa Tipe Memusat (Studi Kasus : Rusun Cigugur Tengah Cimahi & Rusun Cinta Kasih Tzu Chi Cengkareng Jakarta). *Universitas Katolik Parahyangan - Bandung, Vol 1 (201)*.
- Handoko, J. P. S. (2016). Studi Kasus : Rumah Susun Juminahan di Yogyakarta, *5*, 59–66.

- Kamal, M. A. (2012). An Overview of Passive Cooling Techniques in Buildings: Design Concepts and Architectural Interventions. *Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture*, 55(1).
- Karyono, T. (2015). Predicting Comfort Temperature in Indonesia, an Initial Step to Reduce Cooling Energy Consumption. *Buildings*, 5(3), 802–813.
<https://doi.org/10.3390/buildings5030802>
- Kubba, S., & Kubba, S. (2016). Chapter 6 – Green Building Materials and Products. *LEED v4 Practices, Certification, and Accreditation Handbook*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803830-7.00006-2>
- Menteri Pekerjaan dan Perumahan Rakyat. (2015). Peraturan Menteri PUPR Nomor 28/PRT/M/2015 Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, (2), 14.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NOMOR : 05/PRT/M/2007 TENTANG PEDOMAN TEKNIS PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN SEDERHANA BERTINGKAT TINGGI.
- Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of Environmental Management*, 197, 522–538.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>
- Mujiyanti. (2012). Perubahan Sosial Budaya Masyarakat Kali Code Tahun 1980-1992. *Skripsi*.
- Mulyandari, H. (2012). Tipologi Rumah Susun di Kota Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Negeri Semarang*, 14, 101–110.
- Nur'aini, R. D. (2017). ANALISIS KONSEP GREEN ROOF PADA KAMPUS SCHOOL OF ART , DESIGN AND.
- Oropeza-Perez, I., & Østergaard, P. A. (2018). Active and passive cooling methods for dwellings: A review. *Renewable and Sustainable Energy*

Reviews, 82(September 2017), 531–544.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.059>

Pamungkas. (2010). KRITERIA KEPUASAN TINGGAL BERDASARKAN RESPON PENGHUNI RUSUNAWA COKRODIRJAN KOTA YOGYAKARTA TESIS. *TESIS*.

Rachmawati, R., & Pratama, R. P. Y. (2016). Analisis Pemanfaatan dan Keberadaan Rusunawa di Bantaran Kali Code Kota Yogyakarta, 5.

Setiawan, R. P. (2010). Penggusuran Permukiman Liar di Stren Kali Jagir: Sebuah Tinjauan dari Sisi Hukum dan Humanisme. *Seminar Nasional Perumahan Permukiman Dalam Pembangunan Kota, 1*(October), 0–12.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1044.5283>

SNI 03-7013-2004. (2004). Tata cara perencanaan lingkungan perumahan.

Suparwoko. (2016). Standar Perancangan Tempat Wudhu dan Tata Ruang Masjid, (January). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3976.2000>

Suparwoko, & Dewi, P. (2015). Model Rancangan Rumah Susun Di Kampung Wisata Jetisharjo Yogyakarta Dengan Pendekatan Green Landscape Dan Green Facade. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan FTSP UII*, 7(2), 108–122. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4316.6809>

Taleb, H. M. (2014). Using passive cooling strategies to improve thermal performance and reduce energy consumption of residential buildings in U.A.E. buildings. *Frontiers of Architectural Research*, 3(2), 154–165. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2014.01.002>

Triharti, D., Rahman, T. N., & Nuraini, R. D. (2015). Kajian Revitalisasi Arsitektural Di Bantaran Kali Code Yogyakarta. *Ftumj*, (November), 1–7.

Wittkopf, S. (2015). Tropical Net Zero, (76 m).

Yukon Government. (2014). Barrier free design (Esuh). *Transportation Research Board of National Academies*.

Peraturan Daerah dan Peta Daerah

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. <http://conflictresolutionunit.id/uploads/resources/UNDANG-UNDANG-NOMOR-26-TAHUN-2007.pdf>, diakses 03/02/2018.

http://yogyakarta.bpk.go.id/wpcontent/uploads/2010/04/Pert_Walkot_6_2010.pdf, diakses 03/02/2018.

<http://hukum.jogjakota.go.id/data/Perwal%20No%205%20Tahun%202016%20ttg%20Ruang%20Terbuka%20Hijau%20Publik.pdf>, diakses 03/02/2018.

Wilayah, G. U. (2011). Rancangan PERDA Kumuh Kota Yogyakarta.

<http://ciptakarya.pu.go.id/bangkim/perdakumuh/upload/61-50-3.%20Sharing%20Penyusunan%20Perda%20Kota%20Yogyakarta.pdf>

<http://www.mediainformasiumbulharjo.com/wp-content/uploads/2016/09/000-PETA-KOTA-YOGYAKARTA.pdf>, diakses 08/02/2018.

Skripsi

Arief, Risyad. (2001). *Rumah Susun Hemat Energi*. Proyek Akhir Sarjana (PAS atau Skripsi).

Amrullah, Aisha. (2018). *PERANCANGAN RUMAH SUSUN DI NGENTAK SAPEN, YOGYAKARTA DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR BIOFILIK*. Proyek Akhir Sarjana (PAS atau Skripsi).

Ghofur, Abdul. (2014). *Rumah Susun Bionik di Baciro, Yogyakarta*. Proyek Akhir Sarjana (PAS atau Skripsi).

Rais, Syaiful. (2016). *Rumah Susun Sagan Yogyakarta*. Proyek Akhir Sarjana (PAS atau Skripsi).

Mujiyanti. (2012). *Perubahan Sosial Budaya Masyarakat Kali Code Tahun 1980-1992*. Skripsi.

Thesis

Pamungkas. (2010). KRITERIA KEPUASAN TINGGAL BERDASARKAN RESPON PENGHUNI RUSUNAWA COKRODIRJAN KOTA YOGYAKARTA TESIS. *TESIS*.

Website

Agus, (2018). DAFTAR GAJI UMR JOJGA YOGYAKARTA 2018, DAFTAR LENGKAP UMK KOTA DAN KABUPATEN DI JOGJA TAHUN 2018. <https://www.gajiumr.com/gaji-umr-jojga-yogyakarta/>, diakses 09/03/2018

Alamanda. (2014). <http://www.alamandatower.com/index.php?p=jakarta>, 15/03/2018

Biro Tata Pemerintahan Setda DIY. (2017). *Statistik Penduduk D.I. Yogyakarta*. <http://www.kependudukan.jogjaprovo.go.id/olah.php?module=statistik&periode=8&jenisdata=penduduk&berdasarkan=jumlahpenduduk&prop=34&kab=71&kec=3>, diakses 10/02/2018.

Hasanudin, Ujang. (2018). *Ini dia Titik-Titik Kawasan Kumuh di Jogja*. <http://www.harianjogja.com/baca/2018/01/13/ini-dia-titik-titik-kawasan-kumuh-di-jogja-884501>, diakses 01/02/2018.

Hervitra. (2015). *Kota Yogyakarta sebagai kota Pendidikan dan Budaya*. <http://blog.umy.ac.id/hervitraardiyantika/2015/10/17/kota-yogyakarta-sebagai-kota-pendidikan-dan-budaya/>, diakses 06/02/2018.

Kurniawati, Diah. (2015). <https://www.arsitag.com/article/ketinggian-bangunan-apa-dan-mengapa-dibatasi>, diakses 28/03/2018

<http://sim.ciptakarya.pu.go.id/p2kh/knowledge/detail/6-manfaat-ruang-hijau-terbuka>, diakses 15/02/2018.

Mustika, I Ketut Sawitra. (2017). *Jogja Masih Kurang Hijau*. <http://www.harianjogja.com/baca/2017/11/27/jogja-masih-kurang-hijau-872134>, diakses 03/02/2018.

Natalia, Mediani Dyah. (2018). Pemanasan global suhu diy meningkat 06 derajat per 10 tahun. <http://www.harianjogja.com/baca/2017/09/12/pemanasan-global-suhu-diy-meningkat-06-derajat-per-10-tahun-850844>, diakses 04/03/2018.

Nugroho, Ari. (2017). Beberapa titik si Sekitar Sungai Code ini Berpotensi Longsor. <http://jogja.tribunnews.com/2017/11/27/beberapa-titik-di-sekitar-sungai-code-ini-berpotensi-longsor>, 03/02/2018.

Ramdhon, Akhmad. 2018. *Dinamika Kampung Kota*.
<http://kampungnesia.org/berita-kali-code--dinamika-kampung-kota-1.html>, diakses 13/02/2018.