

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kenyamanan Thermal

2.1.1. Pengertian Kenyamanan Thermal

Fungsi utama bangunan adalah sebagai wadah untuk para penghuni di dalamnya untuk dapat melakukan segala kegiatan yang sesuai dengan kepentingan bangunan tersebut, dengan maksimal tanpa memikirkan pengaruh lingkungan yang mungkin mempengaruhi kegiatan tersebut. Pelaksanaan kegiatan tersebut dilengkapi dengan aspek kenyamanan baik secara psikis maupun fisik (Karyono, *Arsitektur dan Kota Tropis Dunia Ketiga : Suatu Bahasan Tentang Indonesia*, 2013). Kenyamanan psikis adalah kenyamanan yang tidak dapat diukur, sesuai dengan apa yang dirasakan oleh masing-masing pengguna dengan latar belakang masing-masing, sedangkan kenyamanan fisik lebih bersifat terukur (Karyono, *ARSITEKTUR TROPIS : Bentuk, Teknologi, Kenyamanan, dan Penggunaan Energi*, 2016).

Kenyamanan thermal adalah kondisi pikiran yang mengekspekasikan kepuasan terhadap lingkungan thermal (ASHRAE55, 2013). Simplifikasi tersebut dihasilkan dari respon manusia yang tidak menunjukkan ketidaknyamanan saat melakukan kegiatan dalam lingkungan tertentu. Secara ilmiah, tubuh manusia selalu menghasilkan kalor dari hasil metabolismenya, dan kalor tersebut berbeda pada berbagai kegiatan yang dilakukannya (Szokolay, 2004). Suatu kondisi dimana terdapat kesetaraan antara kalor yang dihasilkan manusia dengan kalor yang dihasilkan oleh lingkungan disekitar manusia tersebut adalah kondisi awal kenyamanan thermal menurut Szokolay.

Manusia dalam kegiatan sehari-hari, baik dalam pemenuhan kebutuhan atau sekedar pemuasan keinginan selalu terikat dengan lingkungannya. Kenyamanan thermal berperan penting terhadap intensitas kegiatan yang dilakukan oleh orang tersebut, karena fenomena tersebut selalu memberikan respon terukur dalam individu berbeda. Beberapa contoh respon yang dapat terlihat adalah keluarnya keringat, perenggangan area pakaian, dan kegiatan yang

berusaha mencari angin dengan menggerakkan salah satu bagian tubuh. Tentu saja, beberapa orang yang memiliki kondisi khusus tidak akan merasakan perbedaan temperatur disekitarnya, seperti orang yang mengidap penyakit CIPA (Congenital Insensitivity to Pain with Anhydrosis), dimana mereka tidak dapat merasakan sakit pada bagian tubuh (Indo, 2012).

2.1.2. Persepsi Kenyamanan Thermal

Persepsi atau dalam bahasa latin perception artinya adalah menerima atau mengambil. Persepsi adalah suatu peristiwa yang berkaitan dengan cara indera menyimpulkan informasi dan menafsirkan pesan. Kasus yang dibawa dalam kenyamanan thermal ini adalah bagaimana manusia yang berbeda memiliki persepsi kenyamanan thermal yang berbeda. Menurut Szokolay, manusia yang hidup dalam iklim Tropis, respon thermalnya akan sangat berbeda dengan yang hidup di iklim Sub-Tropis, dan iklim lainnya. Hal ini dikarenakan proses adaptasi tubuh manusia membutuhkan waktu untuk akhirnya dapat menerima lingkungan yang baru (Szokolay, 2004).

Klasifikasi persepsi ini dapat lebih mudah diterjemahkan dengan tabel berikut :

Lingkungan	Personal	Factor Luar
Temperatur Udara	Aktivitas	Makanan dan Minuman
Pergerakan Udara	Pakaian	Bentuk Tubuh
Kelembaban	Kesehatan	Lemak dalam Tubuh
Radiasi	Penyesuaian terhadap Iklim	Umur dan Jenis Kelamin

Tabel 1. Bagan Persepsi dan Respon Manusia

Sumber : Szokolay, 2004

Tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap manusia akan memiliki persepsi yang berbeda sesuai dengan faktor-faktor yang telah ditunjukkan. Untuk mendapatkan hasil yang terukur, maka diperlukan rata-rata / hasil konklusi dari manusia yang merasakan kenyamanan / ketidaknyamanan dalam suatu lingkungan. Menurut Cornelia Hildergardis dalam bukunya yang berjudul Kenyamanan Termal pada Gereja, para jemaat yang fokus dalam kegiatan berdoa tanpa melakukan gestur tubuh yang tidak perlu dapat disimpulkan sebagai jemaat yang mencapai nyaman termal pada kegiatan sembahyangnya. Sedangkan ketidaknyamanan termal adalah saat jemaat merasa harus melakukan suatu gestur diluar gestur umum yang berdurasi panjang dan memiliki rentang gerak yang luas, serta berkali-kali bergestur membenahkan pakaian. Kesimpulannya adalah, kenyamanan termal dapat dilihat dari responnya terhadap temperatur lingkungan, sehingga persepsi tersebut dapat digunakan untuk menganalisa alasan dari respon pengguna tersebut.

2.1.3. Faktor-Faktor Kenyamanan Termal

Menurut berbagai sumber, faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal adalah :

Szokolay	Fanger, ANSI/ASHRAE 55	Nicol dan Humphreys
<i>Iklm</i>	<i>Iklm</i>	<i>Iklm</i>
Matahari (besarnya radiasi)	Matahari (besarnya radiasi)	Matahari (besarnya radiasi)
Suhu Udara	Suhu Udara	Suhu Udara
Angin (kecepatan udara)		
Kelembaban udara luar		
<i>Individu</i>	<i>Individu</i>	<i>Individu</i>

Pakaian	Aktivitas	Aktivitas
Penyesuaian terhadap Iklim	Pakaian	Pakaian
Usia dan Jenis Kelamin		Adaptasi Individu
Tingkat Kegemukan		Lokasi Geografis
Tingkat Kesehatan		
Jenis Makanan dan Minuman yang dikonsumsi		
Warna Kulit (Ras)		

Tabel 2. Faktor-Faktor kenyamanan termal menurut para ahli

Sumber : (Talarosha, 2005)

Tabel tersebut menjelaskan bahwa secara pengelompokan dari semua ahli, faktor-faktor dapat dibagi menjadi 2 yaitu faktor iklim dan individu.

1. Faktor Iklim

Faktor iklim adalah faktor tempat penelitian tersebut dilakukan, dan pada dasarnya terdiri dari 4 iklim yaitu iklim tropis, subtropis, sedang, dan dingin. Dari 4 iklim tersebut memiliki musimnya sendiri-sendiri, namun penelitian mengenai kenyamanan termal dapat dilakukan hanya dalam musim terpanas dan terdingin suatu iklim untuk mendapatkan ambang tinggi dan ambang rendahnya temperatur yang dibutuhkan bangunan untuk mencapai kenyamanan termal.

a. Matahari (besarnya radiasi)

Matahari secara langsung mempengaruhi aktivitas dan respon manusia terhadap lingkungan termal di wilayah luar ruangan, sedangkan mempengaruhi subjek yang sama secara tidak langsung apabila terdapat di dalam ruangan. Matahari dalam berbagai musim dapat diukur secara empiris dalam pengukuran suhu luar ruangan. Pengukuran suhu tersebut

harus dilakukan pada saat kondisi cuaca yang paling ekstrim, yaitu paling panas dan paling dingin. Maka pengukuran radiasi tersebut dilakukan pada terik matahari siang dan titik terbenam malam.

b. Suhu Udara

Suhu udara ini mempengaruhi pengguna yang ada di dalam ruangan secara langsung, karena merupakan hasil proses radiasi matahari oleh bangunan.

c. Angin (kecepatan dan arah udara)

Angin hanya berpengaruh secara langsung terhadap subjek luar ruangan, sedangkan subjek dalam ruangan apabila dalam bangunan tertutup tidak akan memberi pengaruh. Apabila bangunan tersebut memiliki ventilasi alami, maka angin akan memiliki pengaruh langsung. Untuk sebuah bangunan dapat dikatakan memiliki ventilasi alami, harus memiliki sumber masuk udara dan sumber keluar udara sehingga sirkulasi selalu terjadi dalam bangunan tersebut.

d. Kelembaban udara luar

Kelembaban adalah tingkat kandungan air dalam udara, yang dapat mempengaruhi seberapa sejuk / kering suatu lingkungan. Oleh karena itu, kelembaban udara secara langsung mempengaruhi subjek luar maupun dalam ruangan.

2. Faktor Individu

Faktor Individu adalah faktor yang lebih personal, yang tidak melibatkan letak geografis mereka namun lebih bergantung pada faktor-faktor secara internal yang melibatkan subjek tersebut serta interaksinya terhadap kegiatan termal.

a. Aktivitas

Aktivitas dapat digolongkan sesuai intensitasnya, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Golongan tersebut diukur dengan melihat kebutuhan fisik yang diperlukan setiap kegiatan yang sedang dilakukan.

b. Pakaian

Pakaian dapat digolongkan menjadi 4 golongan sesuai dengan tingkat penutupannya terhadap badan, yaitu golongan tidak tertutup, tertutup sedikit, tertutup sedang, dan sangat tertutup. Pengukuran tingkat penutupan ini dihitung dari presentase bagian tubuh yang ditutup oleh pakaian, dan akan menjadi faktor penentu pada suatu lingkungan yang terukur.

c. Penyesuaian Tubuh

Penyesuaian tubuh terhadap lingkungan adalah proses dimana seseorang berpindah secara drastis dari suatu lingkungan ke lingkungan lain, dengan keadaan termal yang berbeda.

d. Tingkat Kegemukan

Kadar lemak dalam tubuh seseorang berpengaruh terhadap peredaman kalor yang masuk dan banyaknya kalor yang dihasilkan. Kadar ini memiliki pengaruh mirip dengan ketebalan pakaian yang dipakai oleh seseorang.

e. Tingkat Kesehatan

Tingkat kesehatan berpengaruh terhadap respon subjek tersebut berdasarkan banyaknya kesibukan yang sedang dilakukan metabolisme seseorang. Penyakit pada umumnya akan berperang dengan sistem imun tubuh, dimana fungsi metabolisme pada proses itu adalah menggerakkan berbagai lapisan imun untuk berperang, sehingga menghasilkan kalor yang berbeda sesuai dengan penyakit yang sedang diderita.

f. Usia dan Jenis Kelamin

Secara simplistik, usia dan jenis kelamin hanya berpengaruh terhadap efisiensi metabolisme yang terjadi dalam tubuh, karena metabolisme adalah sistem yang paling banyak menghasilkan kalor dibandingkan sistem lain di dalam tubuh manusia. Beberapa generalisasi yang dipakai dalam masyarakat adalah, semakin tua maka metabolismenya semakin melemah, dan bahwa pria memiliki metabolisme lebih cepat daripada kebanyakan wanita.

g. Jenis Makanan dan Minuman yang dikonsumsi

Jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi menentukan berapa lama dan seberapa besar intensitas metabolisme bekerja. Karena bahan pangan tersebut harus diolah dan didistribusikan kepada organ yang membutuhkan, merupakan salah satu alasan kenapa metabolisme menghasilkan kalor yang paling banyak dibanding proses tubuh lain.

h. Ras

Ras memiliki pengaruh terhadap tingkat penyesuaian tubuh terhadap lingkungannya. Seperti pengaruh iklim, Ras hanyalah sebuah generalisasi terhadap dimana ras tersebut hidup dan tumbuh, namun di simplifikasi menjadi golongan ras.

2.1.4. Standar Kenyamanan Thermal

Menurut SNI 03-6572-2001 yang menjelaskan mengenai Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, kenyamanan thermal untuk daerah tropis dibagi menjadi :

1. Sejuk nyaman ($20,5^{\circ}\text{C}$ - $22,8^{\circ}\text{C}$)
2. Nyaman optimal ($22,8^{\circ}\text{C}$ - $25,8^{\circ}\text{C}$)
3. Hangat nyaman ($25,8^{\circ}\text{C}$ - $27,1^{\circ}\text{C}$)

Menurut (Lippsmeier, 1994) , batas kenyamanan juga dipengaruhi oleh letak geografis. Hal ini dikarenakan setiap titik geografis memiliki musim dan iklimnya sendiri, serta presentase paparan terhadap sinar matahari yang berbeda membuat masing-masing negara memiliki solusi terhadap iklim mereka sendiri.

Pengarang	Tempat	Kelompok Manusia	Batas Kenyamanan
ASHRAE Rao Webb	USA Selatan (30°LU)	Peneliti	$20,5^{\circ}\text{C}$ - $24,5^{\circ}\text{C}$ TE
	Calcutta (22°LU)	India	20°C - $24,5^{\circ}\text{C}$ TE
	Singapura	Malaysia	25°C - 27°C TE
Mom Ellis	Khatulistiwa	Cina	
	Jakarta (6°LS)	Indonesia	20°C - 26°C TE
	Singapura	Eropa	22°C - 26°C TE
	Khatulistiwa		

Tabel 3. Tabel Batas Kenyamanan Internasional

Sumber : Bangunan Tropis, Georg. Lippsmeier

Sedangkan menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi energi pada Bangunan Gedung (SNI T-14-1993-037), menjelaskan bahwa temperatur dibawah dan diatas ambang nyaman diidentifikasi sebagai temperatur tidak nyaman. Temperatur tidak nyaman ini adalah batas dimana kegiatan dapat terganggu dikarenakan suhu yang tidak mendukung yang menyebabkan tubuh memberikan respon seperti mengurangi tingkat penutupan pakaian, menggerakkan tubuh untuk mendapatkan angin, dll. yang kemudian selanjutnya dapat disebut sebagai respon manusia saat tidak nyaman secara thermal terhadap lingkungannya.

No	Temperatur	Keterangan
1	<20,5 °C	Dingin Tidak Nyaman
2	20,5 °C - 22,8 °C	Sejuk-Nyaman
3	22,8°C - 25,8 °C	Nyaman Optimal
4	25,8°C - 27,2 °C	Hangat-Nyaman
5	>27,2 °C	Panas Tidak Nyaman

Tabel 4. Tabel Batas Kenyamanan Indonesia

Sumber : SNI T-14-1993-037

2.1.5. Temperatur Efektif

Temperatur efektif adalah konsep dalam kenyamanan thermal yang menggambarkan bagaimana suhu udara dan faktor-faktor lain di sekitar kita mempengaruhi perasaan kenyamanan atau ketidaknyamanan seseorang. Ini bukan hanya suhu udara yang diukur dengan termometer, tetapi juga mempertimbangkan faktor-faktor lain yang berkontribusi pada pengalaman thermal keseluruhan.

Dalam penelitian ini, temperatur efektif dihitung berdasarkan hasil simulasi menggunakan aplikasi Ecotect yang menggunakan rumus dan algoritma melalui informasi yang disediakan dapat menghasilkan hasil-hasil sesuai dengan parameter temperatur efektif.

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi temperatur efektif :

1. Temperatur Udara:

Suhu udara di dalam ruangan merupakan faktor utama yang mempengaruhi kenyamanan thermal. Temperatur udara yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan ketidaknyamanan.

2. Kelembaban Udara:

Kelembaban mempengaruhi seberapa nyaman suhu udara dirasakan. Kelembaban yang tinggi dapat membuat udara terasa lebih panas dan lembab, sedangkan kelembaban yang rendah dapat membuat udara terasa lebih dingin dan kering.

3. Kecepatan Angin:

Aliran udara di dalam ruangan dapat mempengaruhi kenyamanan. Ventilasi atau kecepatan angin yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dingin berlebihan, sementara kurangnya sirkulasi udara dapat membuat ruangan terasa pengap dan panas.

4. Temperatur Permukaan:

Suhu permukaan benda-benda di sekitar (seperti dinding, lantai, dan langit-langit) juga mempengaruhi kenyamanan thermal. Permukaan yang sangat panas atau dingin dapat mempengaruhi bagaimana suhu udara dirasakan.

5. Radiasi Termal:

Radiasi dari sumber panas atau dingin di sekitar (seperti sinar matahari langsung atau sumber panas buatan) dapat mempengaruhi suhu yang dirasakan.

6. Aktivitas Fisik:

Aktivitas fisik yang dilakukan seseorang dapat mempengaruhi persepsi kenyamanan thermal. Aktivitas berat dapat membuat seseorang merasa lebih panas karena produksi panas tubuh yang meningkat.

7. Pakaian:

Jenis dan jumlah pakaian yang dikenakan seseorang juga mempengaruhi bagaimana suhu dirasakan. Pakaian yang terlalu tebal dapat menyebabkan

ketidaknyamanan dalam suhu tinggi, sedangkan pakaian yang terlalu ringan dapat menyebabkan kedinginan dalam suhu rendah.

8. Sumber Penerangan:

Intensitas dan jenis pencahayaan buatan juga dapat mempengaruhi kenyamanan thermal, terutama jika sumber cahaya menghasilkan panas tambahan.

9. Pengaturan Ruang:

Tata letak dan pengaturan ruangan, termasuk ventilasi dan isolasi, dapat mempengaruhi bagaimana suhu tersebar dan dirasakan di dalam ruangan.

Penelitian ini akan membedakan hasil pengukuran dan hasil simulasi. Karena hasil pengukuran menggunakan alat termometer dan merupakan hasil empiris, sehingga suhu tersebut akan digambarkan sebagai °C. Hasil simulasi yang menggunakan aplikasi Ecotect akan digambarkan sebagai °C TE, karena dalam proses pencarian hasil tersebut sudah memperhitungkan faktor-faktor yang diperlukan sebagai parameter Temperatur Efektif.

2.2. Rusunawa

2.2.1. Pengertian Rusunawa

Pada dasarnya, Rusunawa adalah salah satu jenis dari rumah susun yang secara pengertian sudah ditentukan sesuai dengan undang-undang. Rusun (rumah susun) adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dan distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal maupun vertikal dan dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian, yang dilengkapi dengan bagian-bersama, benda-bersama, dan tanah-bersama (UU RI Nomor 16 Tahun 1985 Tentang Rumah Susun) (UU RI Nomor 20 Tahun 2011 Tentang Rumah Susun).

Rusun tersebut menurut status kepemilikannya, dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Rusunami (Rumah Susun Sederhana Milik)

Rusunami adalah jenis rumah susun hunian vertikal sederhana yang berstatus milik, sehingga para pengguna menjadi pemilik utama atau pembeli

tangan pertama dari pihak pengembang secara langsung. Tipologi bangunan ini lebih menyerupai apartemen, namun dalam versi yang lebih sederhana.

2. Rusunawa (Rumah Susun Sederhana Sewa)

Rusunawa adalah jenis rumah susun hunian vertikal sederhana yang berstatus sewa, sehingga para pengguna memiliki status bukan milik, sehingga pengguna hanya dapat menyewa kepada pihak pengelola bangunan.

2.2.2. Tujuan Rusunawa

Berbeda dengan Rusunami yang memiliki tujuan sebagai salah satu lahan investasi untuk penambahan properti dan penghunian secara permanen, Rusunawa cenderung memiliki tujuan yang lebih berjangka pendek untuk para penghuninya. Menurut Masturina, tujuan didirikannya Rusunawa adalah sebagai solusi penyediaan hunian vertikal yang memanfaatkan lahan secara efektif dan efisien, yang ditujukan untuk keluarga kurang mampu (Hidayati, 2013).

2.2.2. Jenis-Jenis Rusunawa

Menurut (Peraturan Pekerjaan Umum Nomor : 05/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi), Rusunawa dibagi menjadi beberapa jenis yang dikategorikan sesuai dengan kelompok masyarakat yang dituju, yakni :

1. Rusunawa Bertingkat Rendah

Tujuan dari Rumah Susun Sederhana Sewa adalah untuk memenuhi kebutuhan perumahan dan memberikan akomodasi bagi masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) dan dapat dihuni dan disewa. Jenis Rusunawa ini merupakan program pemerintah yang diatur dalam Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Nomor : 14/Permen/M/2007 Tentang Pengelolaan Rumah Susun Sederhana Sewa.

Beberapa kriteria penting yang harus dimiliki Rusunawa Bertingkat Rendah adalah :

- a. Semua ruangan harus mempunyai hubungan langsung maupun tidak langsung dengan udara luar dan pencahayaan yang langsung maupun tidak secara alami.
- b. Harus diusahakan adanya pertukaran udara dan pencahayaan buatan yang dapat bekerja terus menerus selama ruangan digunakan.

Beberapa perangkat rumah susun yang harus dipenuhi saat pembangunan adalah :

- a. Jaringan Air Bersih yang memenuhi persyaratan.
- b. Jaringan Listrik yang memenuhi persyaratan.
- c. Jaringan Gas yang memenuhi persyaratan.
- d. Saluran Pembuangan Air Hujan.
- e. Saluran Pembuangan Air Limbah.
- f. Tempat Pembuangan Sampah
- g. Tempat Jaringan Telepon / PABX.
- h. Alat Transportasi vertikal berupa tangga maupun elevator.
- i. Pintu dan Tangga Darurat Kebakaran.
- j. Tempat Jemuran.
- k. Alat Pemadam Kebakaran.
- l. Penangkal Petir
- m. Alat / Sistem Alarm Asap.
- n. Pintu Kedap Asap pada Jarak Tertentu.
- o. Generator listrik apabila disediakan lift.

2. Rusuna Bertingkat Tinggi

Yang dimaksud Rusun bertingkat tinggi menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi adalah Rumah Susun dengan jumlah lantai bangunan lebih dari 8 lantai dan maksimum 20 lantai. Penyelenggaraan Rusuna Bertingkat Tinggi dilaksanakan oleh pengembang, penyedia jasa konstruksi, dan pengguna Rusuna Bertingkat Tinggi.

Selain memiliki kriteria bangunan yang harus dipenuhi dengan Rusunawa Bertingkat Rendah, Bangunan ini juga memiliki kriteria khusus yaitu :

- a. Rusuna bertingkat tinggi yang direncanakan harus mempertimbangkan identitas setempat pada wujud arsitektur bangunan tersebut.
- b. Masa bangunan sebaiknya simetri ganda, rasio panjang $L/B < 3$, hindai bentuk denah yang dapat mengakibatkan puntiran pada bangunan.
- c. Apabila denah terlalu panjang ; 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 untuk hunian yang satu (1) huniannya terdiri atas:
 - a. 1 ruang duduk . keluarga
 - b. 2 ruang tidur
 - c. 1 Kamar mandi / WC, dan
 - d. 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 (dindinggeser atau rangka perimetral) harus kokoh, stabil, dan efisien terhadapbeban gempa;

- i. Setiap 3 (tiga) lantai bangunan rusuna bertingkat tinggi harus disediakan ruang bersama yang dapat berfungsi sebagai fasilitas bersosialisasi antarpenghuni.
- 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. Railing/pegangan rambat balkon dan selasar harus mempertimbangkan faktor privasi dan keselamatan dengan memperhatikan estetika sehingga tidak menimbulkan kesan masif/kaku, dilengkapi dengan balustrade dan railing;
- 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 sparring air bekas dan kotor menembus pelat lantai;
- r. Material kusen pintu dan jendela menggunakan bahan aluminium 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 elektrik 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.

2.3. Model

2.3.1. Pengertian Model

Berdasarkan pengertian yang diambil dari (Wikipedia, 2024), Model berarti rencana, representasi, maupun deskripsi yang digunakan untuk menjelaskan objek, konsep, maupun sistem yang merupakan hasil penyederhanaan atau idealisasi. Dalam hal bentuknya, model dapat berupa model fisik (maket), bentuk prototipe (sketsa/blueprint), model citra (gambar rancangan, pencitraan komputer), atau rumusan sistematis sesuai dengan bentuk model yang dibutuhkan.

Menurut (Achmad, 2008), model adalah tiruan dari suatu benda, sistem, maupun kejadian yang sesungguhnya hanya berisi informasi-informasi yang dianggap penting untuk ditelaah. Menurut Achmad juga model dibagi menjadi 4, yaitu model sistem, model mental, model verbal, dan model matematika.

Tujuan dari adanya model adalah untuk mengelompokkan informasi yang dianggap penting untuk dikumpulkan, dan direpresentasikan ulang dalam bentuk yang lebih mudah dipahami. Tergantung pada bentuk dari model yang ingin

direpresentasikan, bentuk model dapat berubah sesuai dengan keinginan perancang.

2.3.2. Model Pengukuran

Model Pengukuran adalah kelompok informasi mengenai alat-alat yang digunakan dalam pengukuran. Alat-alat tersebut meliputi :

1. Meteran Laser



Gambar 3. Meteran Laser
(Sumber : Website JLD)

Meteran laser digunakan sebagai pengganti meteran tradisional yang menggunakan tali. Meteran tipe ini dapat mengukur hingga 64 meter dengan presisi 0,001m atau setara hingga 1mm. Alat ini digunakan untuk mengukur ulang eksisting bangunan Rusunawa Gedung F, serta layout ruangan yang ada di dalamnya. Tujuan dilakukannya pengukuran ulang adalah sebagai pembanding terhadap data yang didapat dari kementrian PUPR.

Komponen Meteran Laser :

1. Indikator Laser : sebagai pengukur jarak.
2. LED dengan Backlight : sebagai penunjuk ukuran, backlight digunakan apabila berada di ruangan gelap sehingga pengukuran dapat terlihat.

3. Tombol Pengukuran : sebagai tombol memulai pengukuran.
4. Tombol Unit : untuk mengganti unit pengukuran dan dasar pengukuran, apakah berada dari ujung atau dasar alat yang digunakan.
5. Tombol Menu : untuk menunjukkan nberbagai pilihan pengukuran.
6. Tombol Memori : untuk menyimpan pengukuran.

2. Kamera



Gambar 4. Kamera

(Sumber : Website Iphone)

Kamera adalah alat penangkap gambar yang terikat dengan waktu dan suasana pemotretan, sehingga keadaan eksisting sangat mempengaruhi output dari suatu gambar. Penggunaan alat ini untuk menangkap fenomena maupun keadaan eksisting bangunan, sehingga hasil gambar dapat digunakan sebagai acuan penelitian dan bukti.

Komponen Kamera :

1. Kamera : untuk menangkap gambar.
2. Telephoto Kamera : untuk menangkap gambar pada jarak pandang yang lebih besar.
3. Zoom Kamera : untuk menangkap gambar dengan cara diperbesar secara lensa dan diperkecil secara jarak pandang.
4. Flash : untuk memberikan pencahayaan apabila dibutuhkan.

3. ELITECH Data Logger



Gambar 5. Data Logger
(Sumber : Website ELITECH)

Data Logger adalah alat yang digunakan untuk memantau dan mencatat data lingkungan sesuai dengan pengukuran yang disediakan alat masing-masing. Pada pengukuran kali ini, data logger yang digunakan adalah data logger temperatur. Alat ini dapat menyimpan informasi hingga 3 hari pengukuran, dan ketepatan waktu pengukuran dapat disetting hingga tiap menit.

Komponen Data Logger :

1. Thermometer Internal : sebagai alat pengukur suhu ruangan.
2. Micro SD : sebagai alat penyimpanan informasi mengenai pengukuran yang telah dilakukan.
3. USB : alat ini juga memiliki ekstensi USB yang dapat dimasukkan ke komputer, yang kemudian dengan bantuan program ELITECH dapat digunakan sebagai pengatur parameter pengukuran.
4. Tombol mulai / berhenti : sebagai tombol yang mengatur kapan dimulainya penelitian dan kapan alat berhenti merekam.

4. Room Thermometer



Gambar 6. Data Logger
(Sumber : Website HTC-1)

Room Thermometer adalah alat yang umumnya digunakan sebagai pengukur suhu ruangan. Berbeda dengan data logger, alat ini tidak menyediakan penyimpanan pengukuran, dan dengan layar LED yang lebih besar berfungsi untuk menunjukkan kondisi eksisting lebih detail dan akurat. Alat ini bertujuan sebagai pengukur kelembaban dan sebagai pembanding data logger.

Komponen Room Thermometer :

1. Thermometer Internal : sebagai alat pengukur suhu ruangan.
2. Humidity Meter : sebagai alat pengukur kelembaban ruangan.
3. Jam : sebagai penunjuk waktu pengukuran.

2.3.3. Model Simulasi

Model simulasi adalah kelompok informasi mengenai alat dan aplikasi yang digunakan dalam proses Simulasi.

1. Ecotect



Gambar 7. Pamflet Ecotect Analysis

(Sumber : Website Autodesk)

Ecotect Analaysis adalah software yang dikembangkan oleh Autodesk yang secara garis besar dapat menganalisis berbagai macam aspek bangunan yang terkait dengan konservasi energi. Salah satu fungsi konservasi energi tersebut adalah kenyamanan thermal, dimana dalam simulasinya diperlukan untuk menggambar layout tatanan bangunan, letak dinding, bukaan, serta material yang sesuai untuk dapat menunjukkan hasil yang optimal dan konsisten.

Fungsi Ecotect :

1. Sebagai aplikasi analisis kenyamanan thermal menggunakan layout dan material yang ada.
2. Sebagai bahan analisis faktor yang mempengaruhi kenyamanan thermal.

2. Thermal Mass Calculator HTflux

Alat ini adalah preset Microsoft Excel yang disediakan oleh perusahaan bernama HTflux yang berfungsi untuk menghitung thermal mass material sesuai dengan ketebalan, koefisien material, serta lapisan yang melengkapi material tersebut. Preset ini juga dilengkapi dengan 210 material eksisting lengkap dengan masing-masing massa jenis dan koefisien penghantaran panasnya.

Fungsi Thermal Mass Calculator HTflux :

1. Sebagai pelengkap aplikasi Ecotect, dengan memenuhi berbagai parameter material yang dibutuhkan dalam input informasi.
2. Sebagai alat analisa material secara kinerja thermal, karena memiliki berbagai informasi yang dapat membantu dalam penelitian.

3. Aplikasi Modelling 2D & 3D

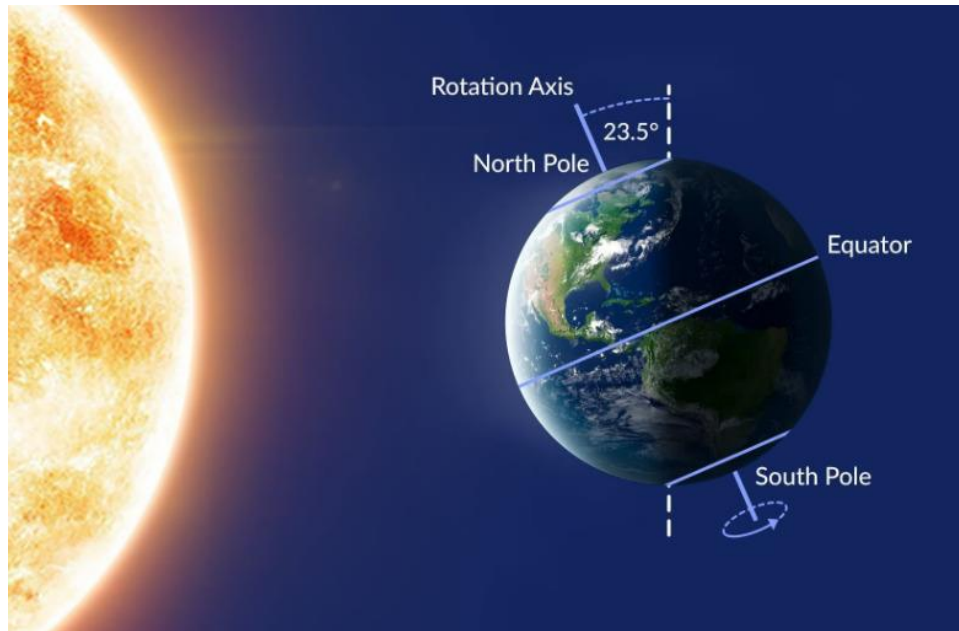
Aplikasi Modelling digunakan untuk menggambar ulang informasi yang telah diperoleh dari hasil pengukuran, hingga akhirnya mendapatkan output berupa layout dan model 3D yang dapat dianalisis menggunakan Ecotect. Aplikasi yang digunakan adalah Autodesk AutoCAD untuk modelling 2D, dan SketchUp untuk modelling 3D. Kedua aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang digunakan oleh para arsitek karena kemudahan dan detail yang dibuat dapat membantu dalam workflow pekerjaan.

Fungsi Aplikasi Modelling 2D & 3D :

1. Sebagai penyedia informasi model secara 2D dan 3D yang kemudian dapat digunakan di aplikasi lain sebagai dasar pengukuran dan simulasi.
2. Sebagai alat visualisasi utama untuk dapat mempresentasikan model alternatif yang diinginkan dengan fitur-fitur yang realistis.

2.4. Matahari

2.4.1. Rotasi Matahari (Orientasi)



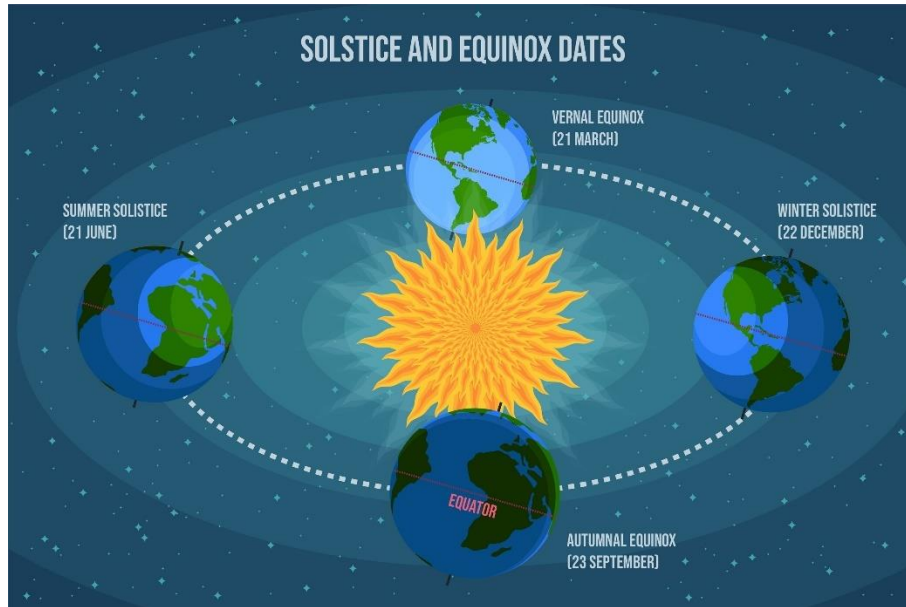
Gambar 8. Rotasi dan Axis Bumi

(Sumber : superyou.co.id 2024)

Fakta bahwa matahari terbit dari arah timur dan tenggelam di arah barat bukanlah fenomena yang terjadi karena matahari bergerak mengelilingi Bumi, namun sebaliknya. Bahkan, pergerakan bumi mengelilingi matahari memiliki sedikit pengaruh terhadap orientasi terbit dan tenggelamnya matahari. Hal ini karena faktor utama yang mempengaruhi terbit dan tenggelamnya adalah arah rotasi Bumi. Secara singkat, rotasi adalah gerakan memutar suatu planet maupun objek angkasa memutar porosnya, dan dihitung apabila sudah kembali ke titik axis mulai rotasi.

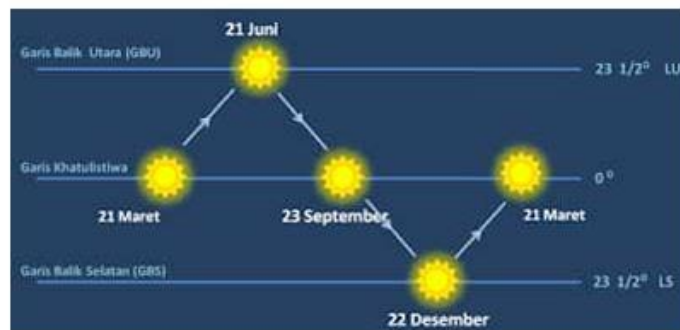
Rotasi mempengaruhi lama hari, yang kemudian diterjemahkan sebagai lama paparan matahari dan lama ketidak-adaan paparan matahari. Arah terbit dan tenggelam matahari merupakan penentu parameter paparan tersebut, sehingga bangunan dapat disesuaikan untuk seminimal mungkin terpapar sinar matahari.

2.4.2. Revolusi Matahari (Garis Edar Matahari)



Gambar 9. Revolusi Bumi
(Sumber : bobo.id 2024)

Revolusi adalah pergerakan suatu objek angkasa mengitari objek lain yang memiliki gravitasi lebih tinggi daripada objek tersebut. Dalam rangka ini, revolusi diartikan pergerakan bumi mengelilingi matahari. Karena Bumi miring secara axis sebanyak 23,5 derajat, revolusi berpengaruh dalam penentuan musim dan garis lintang akibat fenomena tersebut.



Gambar 10. Peredaran Matahari Tahunan
(Sumber : BMKG)

Karena fenomena tersebut, muncul beberapa istilah :

A. Ekuinoks (Equinox)

Ekuinoks adalah fase dimana matahari berada tepat di atas garis ekuator, yang berarti durasi siang dan malam di seluruh dunia hampir sama. Ekuinoks ini terbagi sesuai dengan fase lintasan matahari, yaitu pada tanggal 21 Maret yang disebut Vernal Equinox, dan pada tanggal 23 September yang disebut Autumnal Equinox.

B. Solsits (Solstice)

Solstis adalah fase dimana matahari berada di titik terjauh dari garis ekuator, yang berarti durasi siang dan malam hari di seluruh dunia mengalami perubahan sesuai dengan letak matahari pada bulan tersebut. Summer Solstice adalah Solstis yang terjadi pada 21 Juni, dimana matahari berada di titik terjauh bagian utara dari ekuator. Winter Solstice adalah Solstis yang terjadi pada tanggal 21 Desember, dimana matahari mencapai titik paling selatan dari ekuator.

2.4.3. Pengaruh Rotasi dan Revolusi terhadap kenyamanan thermal.

Pengaruh Rotasi :

1. Menentukan orientasi bangunan sesuai dengan terbit dan tenggelamnya matahari. Hal ini ditujukan untuk meminimalisir bagian yang terkena paparan sinar matahari secara langsung.
2. Melalui analisis lama hari, dapat ditentukan material yang sesuai pada titik terpanas dan terdingin dalam satu hari, yang kemudian menjadi referensi sebagai pemilihan material yang optimal secara kinerja thermal.

Pengaruh Revolusi :

1. Mengetahui iklim dan titik paling panas dan titik paling dingin sepanjang tahun, sehingga pemilihan material dapat disesuaikan terhadap letak geografis.
2. Bagi penghuni garis khatulistiwa, 2 musim yang dialami memiliki titik ekstrim yang kemudian dapat lebih mempersempit pemilihan material sehingga lebih optimal secara kinerja dan biaya.

2.5. Kajian Preseden

2.5.1. Rusun Aquarium

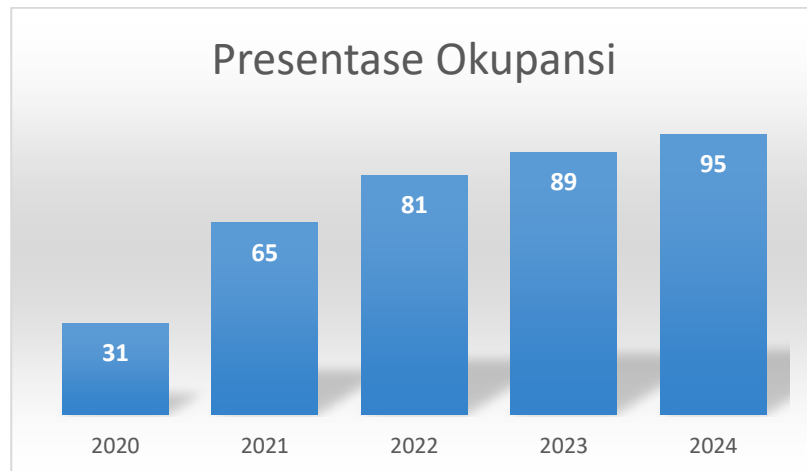
Preseden bertujuan untuk memberikan pemahaman lebih dalam dan ide yang lebih luas mengenai analisa kondisi thermal dalam bangunan khusus, terutama yang berkaitan dengan bangunan rusunawa. Preseden utama tesis ini adalah Rumah Susun Aquarium yang ada di Kecamatan Penjaringan, Kota Jakarta Utara.



Gambar 11. Site Plan Rumah Susun Aquarium

(Gambar diambil dari Instagram Rumah Susun Aquarium)

Rumah Susun Aquarium adalah sebuah Rusunawa yang dikelola secara swasta, yang memiliki identitas kuat dalam dunia Rusunawa. Tidak hanya secara bangunan, Rusunawa tersebut memiliki kekentalan budaya yang tinggi serta kesuksesan sosial yang memberikan inspirasi untuk banyak perancangan Rusunawa kedepan. Rangkaian bangunan ini juga memiliki sejarah sebagai pasar yang tertinggalkan pada tahun 2016, yang kemudian dirubah menjadi Rusunawa yang sukses pada tahun 2023.



Gambar 12. Grafik Presentase Okupansi Rumah Susun Aquarium
(Sumber : Dokumentasi Peneliti)

Grafik di atas menunjukkan tingkat okupansi rumah susun aquarium yang berjumlah 241 Unit meningkat setiap tahunnya, dan mencapai angka >80% merupakan suatu indikasi tercapainya kenyamanan dan keberlangsungan warga rusunawa.

2.5.2. The AYA Housing



Gambar 13. AYA Housing

(Sumber : ArchDaily)

Tahun : 2019

Konsep : Rusun yang mengedepankan sosialisasi dan budaya

Bangunan yang di desain oleh Studio Twenty Seven Architecture + Leo A Daly JV ini merupakan bangunan rumah susun yang terletak di Washington, United States. Dilengkapi dengan 7-10 hunian tiap lantainya, perancang menempatkan lantai dasar sebagai lantai komunal dan servis. Masukan dari para tetangga mengenai filosofi daerah sekitar dan keinginan para pengguna membuat bangunan ini memiliki banyak ruang untuk berkumpul dan bermain. Setiap lantai diwarnai secara berbeda untuk dapat memberikan identitas masyarakat.



Gambar 14. Potongan AYA Housing
(Sumber : ArchDaily)

Bangunan ini memiliki konsep yang menghindari deduksi dimana bangunan dapat ditentukan secara depan / belakang. Dengan menggunakan bentuk ziggurat dan transparansi kaca, perencana dapat memastikan bahwa penghuni selalu dapat bersosialisasi dan tetap memilik privasi.

2.5.3. Social Housing 1737

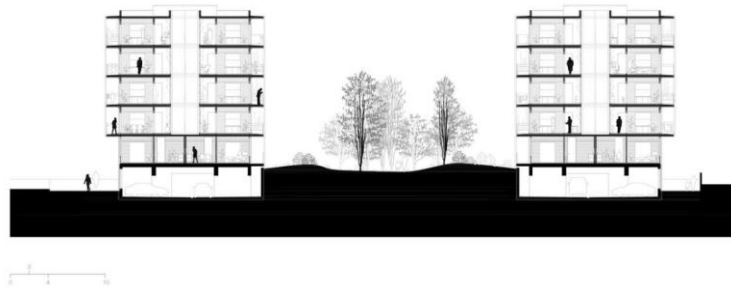


Gambar 15. Social Housing 1737
(Sumber : ArchDaily)

Tahun : 2019

Konsep : Rusun dengan buffer point / teras

Bangunan yang dirancang oleh studio HARQUITECTES di Spanyol ini memiliki luas tanah sekitar 177.701 ft² dengan total lantai bangunan 5. Seperti rumah susun pada umumnya, lantai dasar secara khusus digunakan untuk fasilitas publik, servis, dan yang berkebutuhan khusus.



Gambar 16. Potongan Social Housing 1737
(Sumber : ArchDaily)

Dengan ketebalan yang minim, bangunan ini menciptakan kinerja thermal bangunan yang baik dengan mempergunakan teras di setiap ruang hunian sebagai buffer-point kalor panas sebelum masuk ke ruang dalam. Keberadaan teras ini juga berfungsi sebagai sirkulasi udara sehingga dapat meminimalisir penggunaan pendingin maupun penghangat ruangan.

2.5.4. 85 Social Dwellings

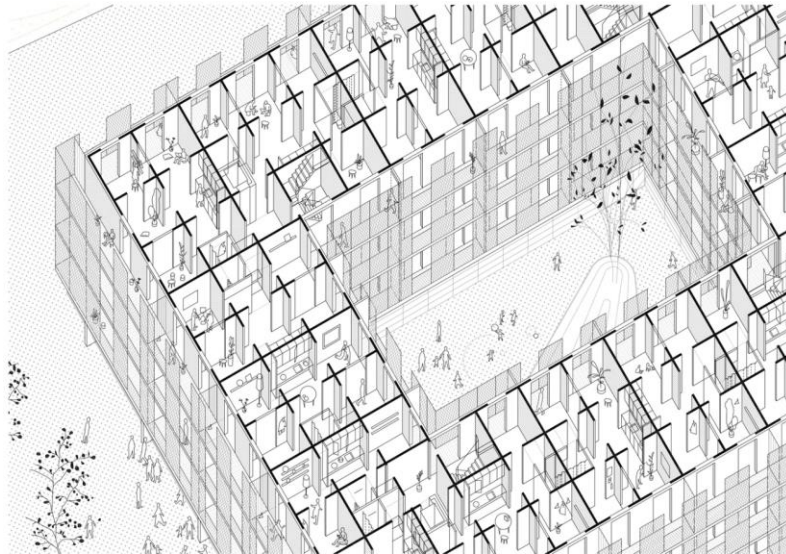


Gambar 17. Bangunan 85 Social Dwellings
(Sumber : ArchDaily)

Tahun : 2021

Konsep : Penggunaan second skin. Penggunaan Atrium.

Bangunan yang dirancang oleh Peris+Toral Arquitectes ini adalah bangunan hunian yang mengakomodasi 18 hunian per lantai, dengan total menjadi 85 kumpulan yang dibagi rata dalam massa 4 bangunan. Rumah susun ini sangat mengedepankan konsep *cross-ventilation* dan orientasi ganda, yang diterjemahkan menjadi kinerja thermal yang baik.



Gambar 18. Bangunan 85 Social Dwellings
(Sumber : ArchDaily)

Adanya atrium dapat memotong tebal bangunan total sehingga tidak berlebihan, dan menyediakan sirkulasi udara yang cukup pada saat siang hari untuk dapat menekan udara panas keluar. Bagian second skin juga diaplikasikan dalam lorong Atrium, sehingga dapat mengurangi kalor masuk di siang hari. Atrium juga difungsikan sebagai ruang komunal para penghuni sehingga poin sosialisasi tidak berkurang.

2.5.5. Kesimpulan Preseden

No	Nama	Kelebihan
1	Rusun Aquarium	• Telah terbukti melalui analisis dan tingkat okupansi bahwa Rusun Aquarium merupakan salah satu contoh Rusun yang memiliki tingkat kesuksesan tinggi terbukti dengan okupansi. • Kesuksesan ini didapat dari kenyamanan dari berbagai sumber, salah satunya adalah secara thermal dimana mereka menyediakan bidang penghawaan yang tinggi dan layout yang sesuai.
2	The AYA Housing	• Pemilihan material kaca yang memberikan kesan terbuka, namun dilengkapi dengan penataan tempat yang baik sehingga privasi tetap ada.
3	Social Housing 1737	• Ketebalan bangunan (building depth) yang minim dan adanya teras / atrium di bangunan dapat meningkatkan kinerja thermal, baik secara pendinginan maupun penghangatan.
4	85 Social Dwellings	• Penggunaan atrium untuk memotong tebal bangunan, penggunaan secondary skin, serta konsep cross-ventilation yang baik di bangunan ini dapat meningkatkan kinerja thermal.