

TUGAS AKHIR

KANTOR SEWA DI YOGYAKARTA

Perancangan dengan Pendekatan *Zero Carbon Buildings*

RENTAL OFFICE IN YOGYAKARTA

Zero Carbon Buildings as Design Approach



Disusun Oleh:

Denny Lesmana Budi

06 512 074

Dosen Pembimbing:

Etik Mufida, Ir, M. Eng.

JURUSAN ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2011/2012

LEMBAR PENGESAHAN

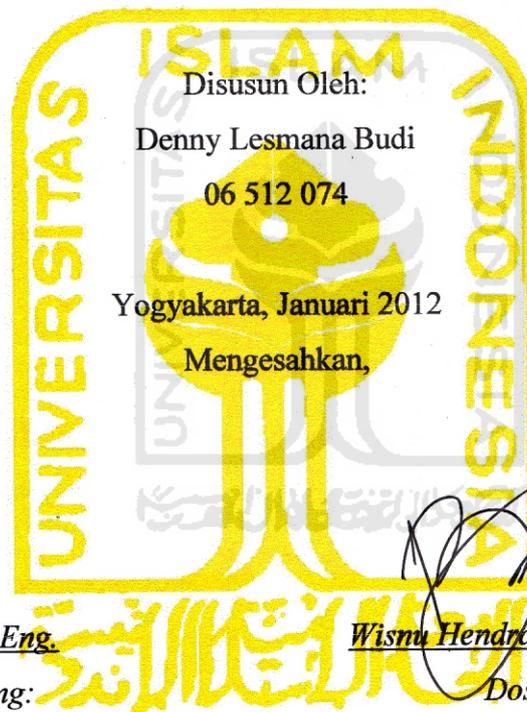
TUGAS AKHIR

KANTOR SEWA DI YOGYAKARTA

Perancangan dengan Pendekatan *Zero Carbon Buildings*

RENTAL OFFICE IN YOGYAKARTA

Zero Carbon Buildings as Design Approach



Disusun Oleh:

Denny Lesmana Budi

06 512 074

Yogyakarta, Januari 2012

Mengesahkan,


Etik Mufida, Ir, M. Eng.

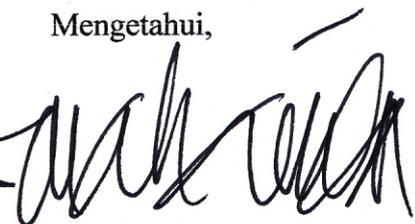
Dosen Pembimbing:


Wisnu Hendrawan Bayuaji, ST, MA

Dosen Penguji



Mengetahui,


Dr. Ing. Ilya Fadjat Maharika, MT, IAI

Ketua Jurusan Arsitektur UII

CATATAN DOSEN PEMBIMBING

Berikut ini adalah penilaian buku laporan akhir:

Nama Mahasiswa : Denny Lesmana Budi

Nomor Mahasiswa : 06 512 074

Judul Tugas Akhir : **KANTOR SEWA DI YOGYAKARTA**
Perancangan dengan Pendekatan *Zero Carbon Buildings*
RENTAL OFFICE IN YOGYAKARTA
Zero Carbon Buildings as Design Approach

Kualitas Buku Laporan Akhir : **sedang - baik - baik sekali**

*)mohon coret yang tidak perlu

sehingga,

Direkomendasikan/ ~~tidak direkomendasikan~~

*)mohon coret yang tidak perlu

untuk menjadi acuan produk tugas akhir.

Yogyakarta, Januari 2012

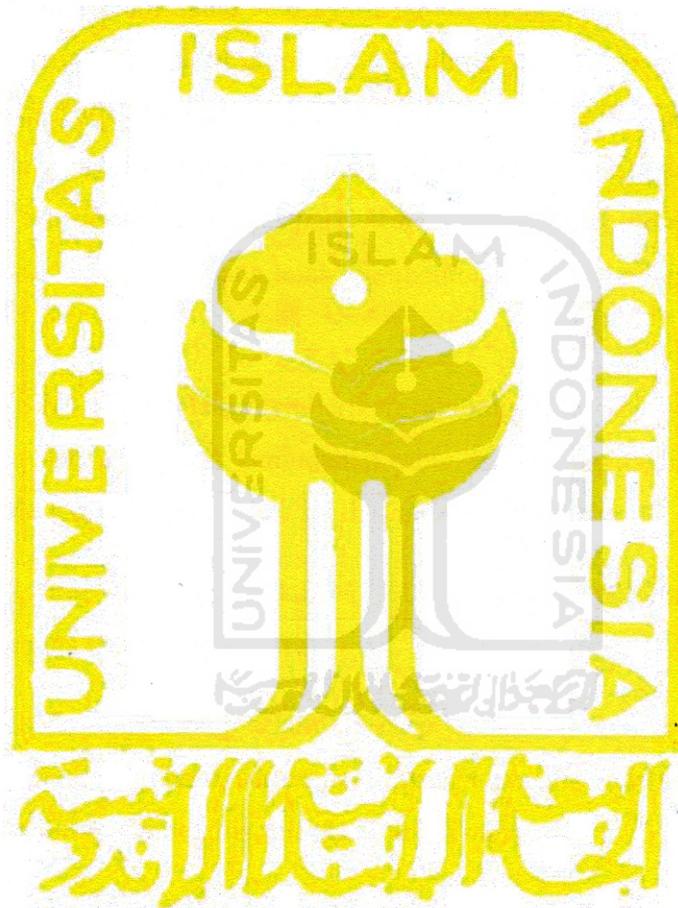
Dosen Pembimbing



(Etik Mufida, Ir, M. Eng.)

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

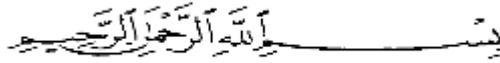


Yogyakarta, Februari 2012

Penulis,

Denny Lesmana Budi

PRAKATA



Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **KANTOR SEWA DI YOGYAKARTA** (Perancangan dengan Pendekatan *Zero Carbon Buildings*) dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Arsitektur di Universitas Islam Indonesia.. Sholawat serta salam marilah selalu kita senandungkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Penulis menyadari tanpa dukungan dari berbagai pihak, laporan rugas akhir ini tidak bisa terselesaikan dengan baik. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terwujudnya laporan ini, antara lain:

1. Allah SWT yang selalu memberikan bimbingan, karunia dan hidayah akal pikiran dan atas jalan kemudahan yang Ia berikan dalam melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata ini dari awal sampai akhir.
2. Dr DR. Ing. Ilya Mahardika, MA, IAI selaku ketua Jurusan Arsitektur Universitas Islam Yogyakarta
3. Ir. Etik Mufida, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan arahan serta semangat sehingga penulis mampu meningkatkan kualitas keilmuan penulis selangkah lebih maju.
4. Wisnu Hendrawan Bayuaji, ST, MA selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang bermanfaat bagi penulis.
5. Ibu dan Bapak yang telah memberikan semangat, dukungan materiil dan non materiil, perhatian, cinta, kesabaran dan kasih sayang yang tak terhingga sampai penulis memperoleh gelar sarjana.
6. F.R.D. Amalia yang selalu memberikan ide dan pendapatnya tentang tugas-tugas yang belum, yang akan dan yang telah terlaksana sehingga menjadi

motivasi untuk lebih baik lagi. Serta orang yang selalu menemani disaat susah maupun senang.

7. Teman-teman dan para sahabat satu jurusan Arsitektur yang telah memberikan saran-saran untuk menjalankan program KKN dan menjadi teman untuk bertukar pikiran.

Semoga segala bantuan, bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya akan keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.



Yogyakarta, Februari 2012

Penulis,

Denny Lesmana Budi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	
1.1.1. Pentingnya Pengadaan Kantor Sewa di Yogyakarta	1
A. Pertumbuhan Ekonomi dan Sumber Daya Manusia di Yogyakarta	2
B. Tingginya Kebutuhan akan Tempat Permanen di Yogyakarta	4
C. Nilai Komersial Kantor Sewa	6
1.1.2. Latar Belakang Masalah	7
A. Krisis Energi dan Emisi Karbon	7
B. Bangunan sebagai Penghasil Emisi Karbon Terbesar	8
C. Zero Carbon Building (ZCB) sebagai Respon terhadap Krisis Energi dan Emisi Karbon	10
1.2. Rumusan Permasalahan	13
1.2.1. Permasalahan Umum	13
1.2.2. Permasalahan Khusus	14
1.3. Tujuan dan Sasaran	13
1.3.1. Tujuan	13
1.3.2. Sasaran	13
1.3.3. Keaslian	13
1.4. Metode Perancangan	16
1.4.1. Metode Pengumpulan Data	16
1.4.2. Metode Penelusuran Masalah	17
A. Analisa Isu- isu dan Latar Belakang	17
B. Identifikasi Masalah	17
1.4.3. Metode Pemecahan Masalah	18
1.4.4. Metode Perumusan Konsep	18
1.4.5. Metode Pengujian	18
1.4.6. Kerangka Pola Pikir	19

BAB II	PENELUSURAN MASALAH	20
2.1.	Pengertian Judul	20
2.1.1.	Kantor	20
2.1.2.	Kantor Sewa	20
2.1.3.	Kantor Sewa di Yogyakarta	20
2.2.	Tinjauan Kantor	21
2.2.1.	Kantor (Umum)	21
	A. Tipe Bangunan	21
	B. Klasifikasi Kantor	21
	C. Karakteristik Gedung Kantor	22
	D. Kriteria Kantor	23
2.2.2.	Kantor Sewa	24
	A. Klasifikasi Kantor Sewa	25
	B. Pengguna Kantor Sewa	27
	C. Efisiensi dan Efektifitas Ruang Kantor	30
	D. Tipe- tipe Ruang Kantor	35
	E. Pola- pola Penataan Ruang	40
2.3.	<i>Zero Carbon Building</i> (Bangunan Bebas Emisi Karbon)	43
2.3.1.	Pengertian <i>Zero Carbon Building</i> (ZCB)	43
2.3.2.	Arahan dan Strategi Desain	43
	A. Mengoptimalkan Pencahayaan dan Penghawaan Alami	43
	B. Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan	63
2.4.	Teknologi Sel Surya	67
2.4.1.	Integrasi Sistem Surya pada Bangunan	67
2.4.2.	Orientasi Bangunan	69
2.4.3.	Sudut Kemiringan Kolektor	69
2.4.4.	Luas Bidang Kolektor	69
2.4.5.	Perhitungan Kebutuhan Solar Panel	70
2.5.	Studi Kasus	71
2.5.1.	Perpustakaan UI	71
	A. Konstruksi	72
	B. Finishing Bahan Bangunan	73
	C. Kelebihan	74

D. Kekurangan	74
2.6. Site	75
2.6.1. Lokasi Site	75
2.6.2. Batasan Site	76
2.6.3. Kondisi Site	77
A. Kecepatan dan Arah Angin Rata-Rata Per Bulan	77
B. Tekanan dan Kelembaban Nisbi	79
C. Temperatur	79
D. Curah Hujan	79
E. Vegetasi	79
F. Matahari	80
G. View dari dank ke Arah Site	81
2.6.4. Identifikasi Masalah	82
BAB III PEMECAHAN MASALAH	84
3.1. Program Ruang	84
3.1.1. Analisis Kebutuhan Ruang	84
3.1.2. Analisis Besaran Ruang	85
A. Asumsi Perhitungan Total Luas Bangunan	85
B. Rental Work Space	87
C. Support Space	88
3.1.3. Analisis Persyaratan Fungsi Ruang	91
A. Posisi Ruang	91
B. Fleksibilitas Ruang	91
C. Bentuk Ruang	92
3.1.4. Analisis Hubungan Ruang	92
3.1.5. Analisis Organisasi Ruang	94
3.2. Analisis Orientasi Massa	95
3.2.1. Analisis Orientasi Massa Bangunan terhadap Angin	95
3.2.2. Analisis Orientasi Massa Bangunan terhadap Matahari	97
3.3. Zoning Ruang	100
3.3.1. Analisis Zoning Ruang berdasarkan Lintasan Matahari	100
A. Alternatif 1	100

B. Alternatif 2	101
3.3.2. Analisis Zoning Vertical Ruang	102
3.4. Pola Ruang dan Sirkulasi	102
3.4.1. Analisis Pola Ruang Kerja	102
A. Azas Jarak Terpendek	102
B. Azas Rangkaian Kerja	104
C. Azas Penggunaan Segenap Ruang	105
D. Azas Perubahan	106
3.4.2. Analisis Sirkulasi	106
3.4.3. Kesimpulan Analisis Pola Ruang & Sirkulasi	107
3.5. Analisis Penghawaan, Pencahayaan, dan Penghindaran Panas	109
3.5.1. Bukaannya	109
A. Dimensi Bukaannya	109
B. Posisi Bukaannya terhadap Pola Ruang	111
C. Analisis Dimensi Shading dan Sirip	112
D. Perangkat Pemantulan dan Pembayangan	114
E. Standar Nyaman Thermal	117
F. Analisis Selubung	121
G. Sistem Penghawaan Pasif	122
3.6. Tata Vegetasi dan <i>Ground Cover</i>	124
3.7. Material	125
3.8. Teknologi Sel Surya	126
3.8.1. Analisis Kebutuhan Energi Listrik	126
A. Pencahayaan	126
B. Alat Elektronika	126
3.8.2. Analisis Sistem dan Jenis Solar Panel	129
A. Sistem Kelistrikan Panel Surya	129
B. Jenis Panel Surya	130
3.8.3. Analisis Jumlah Solar Panel yang dibutuhkan	130
3.8.4. Aplikasi Panel Surya pada Bangunan	132
BAB IV KONSEP PERANCANGAN	134
4.1. Konsep Tata Massa Bangunan	134

4.1.1.	Jumlah dan Posisi Massa	134
4.1.2.	Orientasi Massa	135
4.1.3.	Bentuk Massa	135
4.1.4.	Zoning Site	135
4.2.	Konsep Tata Ruang dan Sirkulasi	136
4.2.1.	Zonase Ruang	136
4.2.2.	Sirkulasi	142
4.3.	Pencahayaan, Penghawaan, dan Penghindaran Panas	143
4.3.1.	Pemantulan, Pembayangan, dan Bukaannya pada Selubung Bangunan	143
	A. Sirip Berputar	143
	B. Vertical Garden	144
	C. Tabir Air	145
	D. Indoor dan Roof Garden	146
4.3.2.	Windcatcher	147
4.3.3.	Geothermal Cooling System	148
4.3.4.	Vegetasi	149
4.4.	Aplikasi Solar Panel	150
BAB V	HASIL PERANCANGAN	152
5.1.	Situasi dan Siteplan	152
5.1.1.	Kawasan	152
5.1.2.	Siteplan	152
5.2.	Konsep Tata Ruang dan Sirkulasi	154
5.2.1.	Zoning Ruang	154
5.2.2.	Sirkulasi	155
5.2.3.	Vegetasi	155
5.3.	Potongan	155
5.3.1.	Sirip Putar	156
5.3.2.	Vertical Garden	156
5.3.3.	Indoor Roof Garden	157
5.3.4.	Roof Garden dan Windcatcher	157
5.3.5.	Geothermal Cooling System	158

BAB VI EVALUASI HASIL RANCANGAN

6.1. Tata Ruang dan Sirkulasi	159
6.2. Kantor Sewa Komersial	163
6.3. Zero Carbon Building	163
6.4. Penghawaan Alami	164

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

2.1.	Skema Pola Kegiatan Penyewa	27
2.2.	Skema Pola Kegiatan Pengunjung	28
2.3.	Skema Pola Kegiatan Pengelola	28
2.4.	Skema Pola Kegiatan Karyawan Pendukung	29
2.5.	Layout Ruang Kantor Berkamar	32
2.6.	Layout Ruang Kantor Terbuka	33
2.7.	Layout Ruang Kantor Campuran	34
2.8.	Contoh Standar Ruang Kerja Ideal	41
2.9.	Pencahayaan Alami	44
2.10.	Atrium dengan Kubah FRP	44
2.11.	Pencahayaan dengan Polikarbonat	45
2.12.	Pemantulan Sinar Matahari	48
2.13.	Tiga Komponen Cahaya Langit yang Sampai pada Suatu Titik di Bidang Kerja	49
2.14.	Pengaruh Sinar Langsung pada Permukaan Jendela Kaca	50
2.15.	Fungsi Kontrol Vegetasi	52
2.16.	Skema Roof Garden dan Skycourts	54
2.17.	Ilustrasi Penciptaan Daerah Bayang- bayang Matahari dengan Pemasangan Pergola/ Leuvel dan Tabir Pelindung Matahari	57
2.18.	Pergerakan Udara dan Panas yang Terjadi dalam Sebuah Ruang Kerja	58
2.19.	Perbedaan ketinggian dan ukuran bukaan mempengaruhi kecepatan aliran udara	60
2.20.	Penghawaan Alami	61
2.21.	Panel Surya	64
2.22.	Aplikasi Panel Surya di Permukaan Tanah	67
2.23.	Aplikasi Panel Surya di Dinding	68
2.24.	Aplikasi Panel Surya di Atap	68
2.25.	Perpustakaan Indonesia dengan Konsep Ramah Lingkungan	71
2.26.	Site Plan	72
2.27.	Site Terpilih	75

2.28.	Batasan Site	76
2.29.	Wind Rose	78
2.30.	Sun Chart	80
2.31.	View Site	81
3.1.	Analisis Organisasi Ruang	94
3.2.	Kondisi Jalan Kecil di Timur Laut Site	95
3.3.	Analisis Arah Angin pada Site	95
3.4.	Analisis Arah Angin di Timur dan Barat Site yang Tertutup Bangunan Tinggi Sekitarnya	96
3.5.	Alternatif Orientasi Massa Bangunan Terhadap Angin	96
3.6.	Alternatif 1 Zoning Ruang	100
3.7.	Alternatif 2 Zoning Ruang	101
3.8.	Analisis Zoning Vertikal Ruang	102
3.9.	Analisis Zoning Pola Ruang Alternatif 1	103
3.10.	Analisis Zoning Pola Ruang Alternatif 2	103
3.11.	Analisis Azas Rangkaian Kerja Alternatif 1	104
3.12.	Analisis Azas Rangkaian Kerja Alternatif 2	104
3.13.	Analisis Azas Perubahan	105
3.14.	Analisis Pola Ruang dan Sirkulasi	107
3.15.	Analisis Zoning Kantor Sewa	109
3.16.	Analisis Posisi Bukaannya Terhadap Pola Ruang	111
3.17.	Sudut Jatuh Sinar Matahari pada Bangunan terhadap Bangunan di Sekelilingnya	112
3.18.	Analisis Dimensi Shading dan Sirip (<1,25)	113
3.19.	Analisis Dimensi Shading dan Sirip (>1,50 &0,75)	113
3.20.	Pemantulan Cahaya Matahari	115
3.21.	Analisis Perangkat Pembayangan	116
3.22.	Olgyay Bioclimatic Chart	117
3.23.	Olgyay Bioclimatic Chart II	118
3.24.	Analisis Desain pada Selubung Bangunan	121
3.25.	Aplikasi Windcatcher	122
3.26.	Aplikasi Windcatcher dengan Roof Garden dan Tabir Air	122
3.27.	Analisis Geothermal Cooling System	123

3.28.	Analisis Tata Vegetasi dan <i>Ground Cover</i>	124
3.29.	Skema Sistem Terintegrasi	129
3.30.	Analisis Sudut Jatuh Matahari dengan Sumbu Selatan- Utara	132
3.31.	Analisis Sudut Jatuh Matahari dengan Sumbu Timur – Barat	132
3.32.	Alternatif Pemasangan Panel Surya	133
4.1.	Konsep Jumlah dan Posisi Massa	134
4.2.	Konsep Zoning Site	135
4.3.	Konsep Zonase Ruang Basement	136
4.4.	Konsep Zonase Ruang Ground Floor	137
4.5.	Konsep Zonase Ruang Lantai 1	138
4.6.	Konsep Zonase Ruang Lantai 2	139
4.7.	Konsep Zonase Ruang Lantai 3	140
4.8.	Konsep Zonase Ruang Lantai 4 dan 5	141
4.9.	Konsep Sirkulasi	142
4.10.	Konsep Sirip Putar	143
4.11.	Konsep Vertical Garden	144
4.12.	Tabir Air	145
4.13.	Konsep Indoor dan Roof Garden	146
4.14.	Konsep Windcatcher	147
4.15.	Konsep Geothermal Cooling System	148
4.16.	Konsep Vegetasi	149
4.17.	Konsep Aplikasi Panel Surya	150
4.18.	Konsep Aplikasi Sudut Panel	151
5.1.	Tampak Kawasan	152
5.2.	Siteplan	153
5.3.	Zoning Ruang. Berturut-turut: lt.1, lt.2, lt.3, lt.4, lt.5	154
5.4.	Potongan	155
5.5.	Sirip Putar	156
5.6.	Sirip Putar	157
5.7.	Roof Garden dan Windcatcher	157
5.8.	Geothermal Cooling System	158
6.1.	Area Sewa Kecil di Lantai 1 (Kiri) dan Area Sewa Sedang di Lantai 3 (Kanan)	160
6.2.	Area Sewa Besar di Lantai 4	161

6.3.	Denah Basement	162
6.4.	Denah Atap	163
6.5.	Potongan Timur-barat Bangunan	164



DAFTAR TABEL

1.1.	Perbandingan Pertumbuhan Perekonomian Indonesia dengan Yogyakarta	2
1.2.	Sektor Ekonomi yang Berperan dalam Perkembangan Ekonomi Yogyakarta	2
1.3.	Jumlah Perusahaan/Usaha, Tenaga Kerja menurut Kategori Lapangan Usaha, Skala Usaha dan Lokasi Tempat Usaha Permanen di Propinsi DIY	4
1.4.	Jumlah Perusahaan/Usaha, Tenaga Kerja menurut Kategori Lapangan Usaha, Skala Usaha di Lokasi tidak Permanen di Propinsi DIY	4
1.5.	Pengumpulan Data	16
2.1.	Tingkat Pencahayaan Lingkungan Kerja	45
2.2.	Kebutuhan Pencahayaan Menurut Area Kegiatan	46
2.3.	Penyerapan dan Pemantulan terhadap Bahan Permukaan	56
2.4.	Standar Kecepatan Angin dan Pengaruhnya atas Kenyamanan	58
2.5.	Radiasi Penyinaran Matahari di Wilayah Indonesia	63
2.6.	Arah Angin, Kecepatan Angin, dan Rata-rata per Bulan di Wilayah Kabupaten Bantul	77
2.7.	Tekanan dan Kelembaban Udara per Bulan	79
2.8.	Identifikasi Masalah	82
3.1.	Kebutuhan Ruang	84
3.2.	Kebutuhan Ruang- ruang Pendukung	88
3.3.	Kebutuhan Ruang- ruang Service	88
3.4.	Kebutuhan Ruang- ruang Mekanikal Elektrikal	89
3.5.	Kebutuhan Area Atap	89
3.6.	Kebutuhan Total Bangunan	90
3.7.	Posisi Ruang	91
3.8.	Fleksibilitas Ruang	91
3.9.	Bentuk Ruang	92
3.10.	Analisis Hubungan Ruang	93
3.11.	Analisis Arah Radiasi Matahari (Menggunakan Ecotect)	98
3.12.	Analisis Sirkulasi	106
3.13.	Air Change for Hour	109
3.14.	Dimensi Bukaannya	110

3.15.	Dimensi Bukaannya II	111
3.16.	Dimensi Shading dan Sirip	112
3.17.	Dimensi Shading	113
3.18.	Jenis Pencahayaan	114
3.19.	Kebutuhan AC	119
3.20.	Kapasitas AC	120
3.21.	Total Kebutuhan AC	120
3.22.	Penyerapan & Pemantulan terhadap Bahan Permukaan	125
3.23.	Perhitungan Kebutuhan Daya untuk Pencahayaan	126
3.24.	Perhitungan Kebutuhan Daya untuk Penggunaan Alat Elektronik	127
3.25.	Perhitungan Kebutuhan Daya untuk AC	128
3.26.	Tabel Macam Jenis Panel Surya	130
3.27.	Tabel Jenis, Jumlah dan Luasan Panel Surya dengan Mengikutsertakan Perhitungan Kebutuhan AC	130



ABSTRACT

This final report titled Office Rental in Yogyakarta with Zero Carbon Buildings as design approach. The office is a commercial project that is designed with consideration of the efficiency of space and uses the principle of Zero Carbon Buildings, with all the challenges in the use of lighting, natural ventilation and the use of solar panels.

The strategy is applied in this design with the result, such as, there is an open office space with several types based on the needs of tenants (the small area for 1-3 people, the medium area is for 1-15 people, and the large area for 1-40 people) that considered for efficiency of needs in terms of scale, layout and circulation. The use of rotating fins, vertical garden, the veil of water, indoor and roof garden on the facade of the building as an alternative to the reflection, shadowing, and openings in buildings is another applied strategies. For the natural ventilation, this office uses the windcatcher and geothermal cooling system. For an energy source, it uses the solar panels that take benefit of solar radiation, and will be used for power tools and electronics.

Designing the rental office with zero carbon building design approach is a response to the global warming issue and an effort to reduce dependence on low-reserve fossil fuels.

Keywords: rental office, zero carbon building, efficiency, natural ventilation.

ABSTRAK

Laporan tugas akhir ini berjudul Kantor Sewa di Yogyakarta dengan penekanan Perancangan *Zero Carbon Buildings*. Kantor ini merupakan proyek komersil yang dirancang dengan berdasarkan pertimbangan efisiensi ruang dan menggunakan prinsip *Zero Carbon Buildings*, dengan segala tantangannya dalam hal pemanfaatan pencahayaan, penghawaan alami dan penggunaan solar panel.

Strategi tersebut diterapkan dalam rancangan kantor sewa ini dengan hasilnya antara lain adalah terdapat ruang kantor terbuka dengan beberapa jenis berdasarkan kebutuhan penyewa yaitu area besar untuk 1-3 orang, area sedang untuk 1-15 orang, dan area besar untuk 1-40 orang yang memperhitungkan efisiensi dari segi kebutuhan besaran, tata ruang dan sirkulasinya. Kemudian terdapat penggunaan sirip berputar, *vertical garden*, tabir air, *indoor* dan *roof garden* pada fasad bangunan sebagai alternatif perangkat pemantulan, pembayangan dan bukaan pada bangunan. Sedangkan untuk penghawaan alami, kantor ini menggunakan sistem *windcatcher* dan *gheothermal cooling system*. Untuk sumber energi, dipilih penggunaan solar panel yang memanfaatkan radiasi matahari, dan akan digunakan untuk menggunakan alat-alat listrik dan elektronika.

Perancangan kantor sewa *zero carbon building* ini merupakan bentuk tanggapan terhadap isu *global warming* dan sebuah usaha untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang cadangannya kian menipis.

Kata kunci: Kantor sewa, *Zero Carbon Building*, Efisiensi, Penghawaan alami.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.1.1. Pentingnya Pengadaan Kantor Sewa di Yogyakarta

Kantor sewa adalah suatu fasilitas perkantoran yang berkelompok dalam satu bangunan sebagai respon terhadap pesatnya pertumbuhan ekonomi khususnya di kota-kota besar, misalnya perkembangan industri, bangunan/konstruksi, perdagangan, perbankan, dan lain-lain.¹ Adanya bangunan kantor sewa merupakan respon dari beberapa faktor, yaitu:

- Tingginya kegiatan ekonomi di wilayah tersebut.
- Harga tanah yang semakin tinggi.
- Banyaknya dana yang dibutuhkan untuk mendirikan gedung.
- Mahalnya harga bahan-bahan material.
- Persebaran pembangunan yang kurang merata dalam suatu wilayah.

Perusahaan akan semakin cenderung untuk menyewa kantor dengan kemudahan-kemudahan yang ditawarkan, antara lain:

- Tempat yang strategis dan mudah dijangkau.
- Biaya sewa yang terjangkau, daripada harus mendirikan bangunan sendiri.
- Sarana atau fasilitas sosial yang sudah tersedia.
- Prasarana atau infrastruktur yang juga sudah dapat ditemui pada kantor sewa.

¹ Endy Marlina:2008.

A. Pertumbuhan Ekonomi dan Sumber Daya Manusia di Yogyakarta

Dari segi perekonomian, Perekonomian DIY pada triwulan III-2010 tumbuh 6,34 persen, atau lebih tinggi dibandingkan dengan triwulan II-2010 maupun triwulan III-2009 yang masing-masing 5,30 persen dan 2,54 persen.² Sektor ekonomi yang memiliki peranan terbesar dalam perekonomian Provinsi DIY pada triwulan II 2010 adalah sektor jasa-jasa sebesar 21,55 persen; kemudian diikuti sektor perdagangan, hotel dan restoran (20,65 persen); sektor industri pengolahan (13,77 persen); dan sektor pertanian (11,90 persen); sedangkan sektor pertambangan dan penggalian mempunyai peranan terkecil yaitu 0,73 persen.³

Tabel 1.1. Perbandingan Pertumbuhan Perekonomian Indonesia dengan Yogyakarta

Nama	Triwulan I 2010	Triwulan II 2010	Triwulan III 2010
Indonesia	1,9 %	2,8 %	5,8 %
Yogyakarta	1,35 %	5,9 %	6,34 %

Sumber: Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2010

Perekonomian di Yogyakarta berada di atas rata-rata pertumbuhan perekonomian Indonesia. Karena itulah, Yogyakarta dapat dikategorikan sebagai salah satu kota di Indonesia dengan pertumbuhan yang cukup pesat.

Tabel 1.2. Sektor Ekonomi yang Berperan dalam Perkembangan Ekonomi Yogyakarta

Nama Sektor	Triwulan I-2009	Triwulan II-2009	Triwulan III-2009	Triwulan I-2010	Triwulan II-2010
Jasa	18,34	22,17	18,73	18,51	21,55
Pertanian	20,31	13,15	21,78	19,54	11,90

² <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2010/12/15/22285686/Perekonomian.DIY.Tumbuh.6.34.Persen>. diunduh pada 17 maret 2011.

³ BPS Provinsi DIY, 2010.

Perdagangan, Hotel dan Restoran	18,74	20,52	5,99	19,25	20,65
Industri	13,45	12,85	-	12,58	13,77
Pertambangan dan Penggalian	0,76	0,79	-	0,69	0,73

Sumber: Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2010

Sektor jasa adalah sektor yang stabil dalam menunjang pertumbuhan ekonomi Yogyakarta, sedangkan untuk sektor perdagangan, hotel, restoran, keuangan dan jasa perusahaan memberikan kontribusi yang relatif besar. Maka dari itu, patutlah jika kantor sewa ini dibangun untuk menunjang perusahaan-perusahaan jasa dalam melakukan aktifitasnya.

B. Tingginya Kebutuhan akan Kantor Sewa di Yogyakarta

Tabel 1.3. Jumlah Perusahaan/Usaha, Tenaga Kerja menurut Kategori Lapangan Usaha, Skala Usaha dan Lokasi Tempat Usaha di Propinsi DIY

Kategori Lapangan Usaha	Skala Usaha				Lokasi Tempat Usaha		Jumlah Tenaga Kerja	Jumlah Perusahaan / Usaha (Unit)
	Besar	Menengah	Kecil	Mikro	Bangunan Khusus	Bangunan Campuran		
Konstruksi	24	106	714	1.172	696	1.322	14.531	2.018
Perantara Keuangan	172	372	642	591	1.292	497	17.651	1.789
Transportasi, Pergudangan, dan Komunikasi	35	287	2.125	8.120	4.805	5.775	28.997	10.580
Real Estate, Persewaan, dan Perusahaan Jasa	21	596	1.559	21.944	11.189	12.935	46.806	24.124

Sumber: Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2006

Tabel 1.4. Jumlah Perusahaan/Usaha, Tenaga Kerja menurut Kategori Lapangan Usaha, Skala Usaha di Tempat Usaha Tidak Permanen di Propinsi DIY

Kategori Lapangan Usaha	Skala Usaha				Jumlah Tenaga Kerja	Jumlah Perusahaan/Usaha (Unit)
	Besar	Menengah	Kecil	Mikro		
Konstruksi	-	-	-	-	-	-
Perantara Keuangan	-	-	11	39	54	50
Transportasi, Pergudangan, dan Komunikasi	-	2	1.049	12.513	15.249	13.564
Real Estate, Persewaan, dan Perusahaan Jasa	-	-	14	120	179	134

Sumber: Badan Pusat Statistik Yogyakarta, 2006

Dari tabel-tabel di atas, usaha skala besar didominasi oleh usaha Perantara Keuangan. Sementara itu, usaha jasa Transportasi, Pergudangan, dan Komunikasi adalah usaha yang paling banyak menyerap tenaga kerja nomor dua. Jasa ini juga merupakan usaha yang paling membutuhkan kantor untuk melakukan usaha, karena kebanyakan masih menggunakan tempat usaha tidak permanen yang berupa rumah pribadi ataupun kios-kios kecil.

Salah satu jenis usaha perantara keuangan adalah Asuransi Syariah. Meski belum banyak pemain, bisnis Asuransi Syariah terus menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Pada 2009 lalu total premi asuransi syariah tumbuh hingga 78% dibandingkan tahun sebelumnya. Total premi 2009 saja sudah mencapai sekitar Rp 2,053 triliun, yang naik dari 2008 sekitar Rp 1,4 triliun. Sementara itu, *Market share* di bisnis ini masih terbilang rendah, yaitu sebesar 1,44% saja.⁴

Sedangkan untuk usaha jasa angkutan darat, kebutuhan akan tempat usaha permanen cukup besar, tercermin dari tabel di atas. Saat ini, angkutan di

⁴ <http://satria11.blogspot.com/2010/05/asuransi-syariah-berpotensi-tumbuh.html>. diunduh pada tanggal 23 April 2011.

Yogyakarta mencapai sekitar 2.500 kendaraan. Rinciannya, angkutan dalam kota ada sekitar 500 unit, Antar Kota Dalam Propinsi (AKDP) 600 unit, taxi sekitar 675 unit, dan bus pariwisata dengan segala ukuran tercatat 575 unit.⁵

Dari pembahasan di atas mengenai potensi-potensi yang dimiliki kota Yogyakarta, maka dapat disimpulkan bahwa di kota ini layak dibangun sebuah kantor sewa yang dapat memenuhi kebutuhan akan kantor bagi perusahaan jasa asuransi syariah dan jasa angkutan di daerah Yogyakarta dan sekitarnya yang mendukung dan mempercepat laju perekonomian.

Hal ini dipandang penting karena *market share* usaha Asuransi yang masih kecil namun memiliki potensi pasar dan perkembangan yang cukup signifikan, sehingga kedepannya masih membutuhkan tempat untuk menjalankan usahanya. Selain itu, usaha angkutan di DIY juga menjadi calon penyewa kantor sewa paling tinggi, mengingat banyaknya jumlah perusahaan yang masih membutuhkan tempat permanen untuk melakukan usaha.

Selain itu, kesimpulan ini juga diperkuat oleh fakta dimana masih banyak perusahaan yang masih belum memiliki kantor, yang mencapai angka 13.748 unit usaha, dimana unit usaha keuangan mencapai 50 unit (tabel 1.4.).

C. Nilai Komersial Kantor Sewa

Ada tiga faktor yang menjadi pertimbangan dalam merancang sebuah kantor sewa, yaitu faktor ekonomi, faktor lingkungan ekologis, dan faktor konstruksi.⁶

Dari sisi konstruksi, ada dua hal yang harus dipertimbangkan, yaitu:

a. Teknologi bangunan kantor sewa

Kantor sewa merupakan bangunan komersial harus dapat mengakomodasi perkembangan teknologi untuk mempermudah dan memperlancar aktivitas

⁵ <http://spirit-bisnis.com/news/2011/01/ke-depan-masih-perlu-dicermati-perekonomian-diy-2010-cukup-menggembirakan/>

⁶ Endi Marlina:2008.

dan pelayanannya. Teknologi yang dimaksud termasuk teknologi material, struktur, utilitas, serta teknologi pengelolaan bangunan.

Dari segi struktur, yang lazim digunakan adalah sistem struktur rangka, dimana grid kolom menjadi salah satu pertimbangan pengaturan modul ruang sebuah kantor sewa.

b. Modul ruang sewa

Modul ruang berpengaruh kepada seberapa banyaknya ruang yang bisa disewakan dan menghasilkan keuntungan bagi pemilik bangunan. Pembagian modul ruang itu ada tiga, yaitu *small place*, *medium place*, dan *large place*. Pembagian modul ruang ini didasari atas empat hal, yaitu:

- Penataan ruang yang efisiensi dan juga efektifitas dalam mewedahi aktifitas di dalamnya.
- Pemilihan sistem sewa lantai.
- Jenis kegiatan, yang akan mempengaruhi dimensi, karakter dan fasilitas ruang yang dibutuhkan.
- Faktor kebutuhan ekonomi yang didasarkan pada tingkat ekonomi konsumen yang menjadi sasaran penyewa.

Menurut Sedarmayanti (2001), tata ruang merupakan pengaturan dan penyusunan seluruh mesin kantor, alat perlengkapan serta perabot kantor yang tepat, sehingga pegawai dapat bekerja dengan baik, nyaman, leluasa dan bebas untuk bergerak, sehingga tercapai efisiensi kerja.

Efisiensi pengaturan tata ruang haruslah dapat menghasilkan keuntungan. Di dalam bukunya, Endi Marlina (2008) menegaskan bahwa untuk mencapai nilai efisiensi kantor sewa, minimal 60% dari luas total bangunan harus dapat disewakan.

Seperti yang telah disebutkan di atas, kantor sewa merupakan bangunan komersial. Oleh sebab itu, salah satu aspek utama yang harus diperhatikan dalam merancang sebuah kantor sewa adalah efisiensi, dimana pengaturan layout/ tata ruang kantor harus dipertimbangkan agar mendatangkan keuntungan bagi pemilik bangunan.

Tata ruang kantor secara tidak langsung menambah gairah kerja karyawan sehingga dapat meningkatkan mutu kegiatan dan efektifitas kerja karyawan.

Berdasarkan hubungannya dengan struktur yang digunakan, untuk mendapatkan ruang yang efisien salah satunya dengan cara pertimbangan pemilihan sistem struktur yang mempermudah pengaturan dimensi modul ruang, sehingga pemasangan pembatas ruang bisa dipasang tepat pada titik-titik kolom.

1.1.2. Latar Belakang Masalah

A. Krisis Energi dan Emisi Karbon

Harga minyak dunia yang semakin melonjak menyebabkan berbagai krisis di belahan bumi ini. Harga minyak sudah meningkat sekitar 18 dollar AS per barrel dalam dua pekan ini di pasar New York, Amerika Serikat. Harga minyak Brent untuk pelepasan April, Jumat (4/3/2011), mencapai 115,97 dollar AS per barrel, naik 1,18 dollar AS per barrel dibandingkan dengan hari sebelumnya.⁷

Melonjaknya harga minyak dunia, berimbas pada naiknya harga produksi listrik. Hal ini dimaklumi karena sebagian besar pembangkit listrik PT PLN (Persero) masih digerakkan oleh energi minyak bumi. Karena itu, untuk kantor sewa yang sangat bergantung kepada listrik dalam beroperasi, hal ini berarti akan menambah biaya operasional yang artinya mengurangi pendapatan bersih.

Bahan bakar dari fosil sendiri masih merupakan sumber utama energi, padahal ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya memiliki tiga ancaman serius,⁸ yaitu:

- Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui bila tanpa temuan sumur minyak baru.

⁷ <http://makassar.tribunnews.com/2011/03/07/harga-minyak-dunia-terus-melambung>. Diunduh pada tanggal 22 maret 2011

⁸ http://io.ppijepang.org/v2/index.php?option=com_k2&view=item&id=135:krisis-energi-di-indonesia-mengapa-dan-harus-bagaimana. Diunduh pada tanggal 22 maret 2011.

- Kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak.
- Emisi CO₂ akibat pembakaran bahan bakar fosil, yang berimbas kepada terjadinya Pemanasan Global.

B. Bangunan Sebagai Penghasil Emisi Karbon Terbesar

Berdasarkan kajian ilmiah yang dipaparkan pada KTT Perubahan Iklim di Kopenhagen, Denmark, belum lama ini, emisi karbon terbesar (lebih dari 70 persen) berasal dari bangunan atau gedung. Perumahan dan gedung-gedung bertingkat menggunakan energi berlebihan, menyedot air jauh dari dalam tanah, pengolahan limbah yang tidak memadai, dan memproduksi sampah dalam jumlah sangat banyak.⁹

Gedung perkantoran komersial itu sendiri, memiliki beragam kegiatan yang membutuhkan energi yang tidak sedikit. Penerangan dan penghawaan buatan membutuhkan banyak energi, begitu pula alat-alat elektronik sebagai pendukung kegiatan perkantoran itu. Berikut data emisi yang dihasilkan dari peralatan elektronik dan non-elektronik tersebut.¹⁰

- Printer (inkjet atau all in one), 8 Ton CO₂/ Tahun
- Desktop PC, 161 Ton CO₂/ Tahun
- Laptop, 48 Ton CO₂/ Tahun
- Kipas Angin, 42 Ton CO₂/ Tahun
- Mesin Cuci, 36 Ton CO₂/ Tahun
- Setrika, 121 Ton CO₂/ Tahun
- TV 221, Ton CO₂/ Tahun
- Pemutar, CD 20 Ton CO₂/ Tahun
- Pengeras Suara, 100 Ton CO₂/ Tahun
- AC, 904 Ton CO₂/ Tahun

⁹ <http://bataviase.co.id/detailberita-10580325.html>. diunduh pada tanggal 17 Maret 2011.

¹⁰ <http://arifa.staff.uui.ac.id/category/arsitektur-dan-desain/>. Diunduh pada tanggal 17 maret 2011.

- Pemanas air, 201 Ton CO₂/ Tahun
- Kulkas, 241 Ton CO₂/ Tahun
- Sampah. Setiap tahun tiap orang Indonesia membuang 4,5 kg sampah dan menghasilkan 64,8 kg CO₂/tahun.

Poin-poin di atas akan digunakan sebagai dasar merancang, terutama poin penggunaan kipas angin dan AC. Dengan adanya data ini, maka rancangan kantor sewa ini tetap dapat mempertimbangkan penggunaan kipas angin dan AC dalam mendukung aktivitasnya, serta menentukan metode penggunaannya sebagai usaha meminimalisir emisi karbon.

C. Zero Carbon Building (ZCB) sebagai Respon terhadap Krisis Energi dan Emisi Karbon

ZCB mulai populer ketika permasalahan lingkungan merambah ke ranah arsitektur. Penghematan energi dalam bangunan bukan lagi persoalan menghemat energi semata, tetapi merupakan bagian penting dalam memangkas emisi CO₂.

ZCB merupakan definisi turunan dari **Zero Energi Building (ZEB)**, dimana ZEB memiliki pengertian yang mencakup beberapa hal, yaitu:¹¹

- Bangunan yang menghasilkan energi yang mendekati atau sama besar dengan energi yang dibutuhkannya. (Zero Energy Building)
- Bangunan yang menghasilkan uang dengan cara menjual energi yang dihasilkan, dimana jumlah uang tersebut mendekati atau sama besar dengan jumlah uang yang dibutuhkan untuk biaya operasional utilitasnya. (Zero Cost Building)
- Bangunan yang menghasilkan energi bebas emisi dari sumber energi terbarukan yang mendekati atau sama besar dengan jumlah energi yang dibutuhkan. (**Zero Carbon Building**)

60% Energi dari total energi yang diperuntukkan dalam suatu bangunan , dikonsumsi oleh pemakaian AC (Air Conditioner) dan peralatan penunjangnya (

¹¹ Zero Energy Building: A Critical Look at The Definition. 2006.

pompa, *fan*, dll). Sedangkan untuk lampu penerangan, mencapai 20 %– 30 %.¹² Hal ini biasanya diselesaikan dengan cara mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami. Namun hal ini tidak menjamin suatu bangunan dapat mencapai kenyamanan thermal yang nyaman apabila tidak didukung dengan rekayasa-rekayasa desain dan pengaplikasian teknologi, misalnya teknologi sel surya dalam hal mandiri energi, sehingga mendukung usaha pengkondisian kenyamanan thermal.

Beberapa manfaat dari *Zero Carbon Building* adalah:

- Mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional bangunan.
Dengan pemanfaatan teknologi dari sumber energi terbarukan , maka energi yang dihasilkan adalah bersifat mandiri dan bersumber dari energi alam yang berlimpah, tidak akan pernah habis, dan tentunya gratis. Produksi energi yang mendekati, sama, atau bahkan melebihi dari yang dibutuhkan bangunan, membuat bangunan ini dapat dikatakan hemat energi. Selain itu, karena energi ini diproduksi sendiri, maka biaya operasional bangunan untuk pembayaran listrik pun akan berkurang, atau bahkan tidak ada sama sekali.
- Mengurangi produksi emisi karbon.
Sebagai respon tingginya penggunaan energi di perumahan dan gedung-gedung bertingkat dikembangkan tren bangunan ramah lingkungan, atau *Green Building*, contohnya adalah ZCB yang ramah energi. Dengan memanfaatkan teknologi panel surya misalnya, menghasilkan energi listrik yang bebas emisi karbon.
- Mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil.
Saat ini Indonesia masih sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas. Bahan bakar fosil di Indonesia digunakan oleh 95 persen penduduk maupun pelaku industri, dengan konsumsi energi meningkat tujuh persen setiap tahunnya. Padahal bahan bakar fosil ini ikut berkontribusi terhadap total emisi energi CO₂, yang hingga 2008 tercatat mencapai 351 juta ton. Selain itu bahan bakar fosil jelas

¹² Heryanto, Sani, *Arsitektur Bangunan hemat energy*, Jurnal Ilmiah Arsitektur UPH Volume 1, 2004.

merupakan energi yang tidak bisa dibarukan. Jika terus digunakan, tentu persediaan bahan bakar akan habis.

Pemanfaatan sumber daya alam terbarukan yang melimpah dan murah ini, bertujuan untuk mengganti penggunaan bahan bakar fosil yang sekarang masih dominan digunakan.

- Sebagai Pencitraan unik dalam meningkatkan nilai komersial bangunan
Sebuah perkantoran yang memiliki nilai keunikan di masyarakat baik dalam bentuk fisik, fasilitas bangunan, tingkat pelayanan, maupun kelebihan lain yang dimiliki akan lebih mudah menarik pengunjung dan target penyewa bangunan. ZCB menawarkan sebuah bangunan yang berbeda, dimana bangunan ini berusaha nyata dalam mewujudkan pelestarian bumi dengan pemanfaatan sumber energi alternatif.
- a. Teknologi Sel Surya

Energi yang berasal dari radiasi matahari merupakan potensi energi terbesar dan terjamin keberadaannya di muka bumi. Berbeda dengan sumber energi lainnya, energi matahari bisa dijumpai di seluruh permukaan bumi. Pemanfaatan radiasi matahari sama sekali tidak menimbulkan polusi ke atmosfer. Perlu diketahui bahwa berbagai sumber energi seperti tenaga angin, bio-fuel, tenaga air, dsb, sesungguhnya juga berasal dari energi matahari. Pemanfaatan radiasi matahari umumnya terbagi dalam dua jenis, yakni termal dan photovoltaic. Pada sistem termal, radiasi matahari digunakan untuk memanaskan fluida atau zat tertentu yang selanjutnya fluida atau zat tersebut dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Sedangkan pada sistem photovoltaic, radiasi matahari yang mengenai permukaan semikonduktor akan menyebabkan loncatan elektron yang selanjutnya menimbulkan arus listrik. Karena tidak memerlukan instalasi yang rumit, sistem photovoltaic lebih banyak digunakan. Sebagai negara tropis, Indonesia diuntungkan dengan intensitas radiasi matahari yang hampir sama sepanjang tahun, yakni dengan intensitas harian rata-rata sekitar 4.8 kWh/m². Meski terbilang memiliki potensi yang sangat besar, namun pemanfaatan energi matahari untuk menghasilkan listrik masih dihadang oleh dua kendala serius:

rendahnya efisiensi (berkisar hanya 10%) dan mahal biaya per-satuan daya listrik. Untuk pembangkit listrik dari photovoltaic, diperlukan biaya US \$ 0.25 - 0.5 / kWh, dibandingkan dengan tenaga angin yang US \$ 0.05 - 0.07 / kWh, gas US \$ 0.025 - 0.05 / kWh, dan batu bara US \$ 0.01 - 0.025 / kWh. Pembangkit listrik tenaga surya ini sudah diterapkan di berbagai negara maju serta terus mendapatkan perhatian serius dari kalangan ilmuwan untuk meminimalkan kendala yang ada.¹³

Untuk kantor sewa, aplikasi teknologi mengalami kendala dari segi investasi awal, tetapi sebenarnya teknologi ini bisa jadi akan lebih efisien dibanding pembangkit listrik bertenaga bahan bakar fosil. Sebab, sekali dibangun pembangkit bertenaga surya tak perlu input bahan bakar lagi. Fasilitas ini juga akan dapat dipakai 25 tahun sehingga investasi awal dapat ditutupi oleh tidak adanya kebutuhan akan biaya listrik.

Yogyakarta sebagai salah satu kota di Indonesia dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat, maka pembangunan yang terjadi menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi lingkungan. berdasarkan poin-poin dan isu-isu yang diangkat pada penjelasan sebelumnya di latar belakang, maka dapat disimpulkan bahwa kota Yogyakarta ini perlu dirancang kantor sewa yang menerapkan konsep Zero Energy Building yang memiliki dua tujuan utama, yaitu:

- **Sebagai bentuk tanggapan terhadap isu *global warming* dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang cadangannya kian menipis.**
- **Mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami, dengan pertimbangan rancangan tata massa, tata ruang dan orientasi matahari, dan didukung dengan rekayasa-rekayasa desain sebagai usaha mencapai kenyamanan thermal.**

¹³ http://io.ppijepang.org/v2/index.php?option=com_k2&view=item&id=135:krisis-energi-di-indonesia-mengapa-dan-harus-bagaimana. Diunduh pada tanggal 22 Maret 2011.

- Menggunakan panel surya secara optimal, yang ditujukan untuk memproduksi energi listrik dari sumber energi terbarukan sehingga akan tercapai kondisi dimana kantor sewa ini mampu memproduksi sendiri energi bebas emisi untuk keperluan aktifitasnya.

1.2. Rumusan Permasalahan

1.2.1. Permasalahan Umum

Bagaimana merancang kantor sewa berdasarkan pertimbangan efisiensi ruang dan efisiensi energi dengan menggunakan prinsip *Zero Carbon Buildings* dalam hal pemanfaatan pencahayaan, penghawaan alami dan penggunaan solar panel.

1.2.2. Permasalahan Khusus

- Bagaimana merancang tata ruang kantor sewa yang efisien juga merespon pencahayaan dan penghawaan alami?
- Bagaimana merancang bentuk dan selubung kantor sewa yang merespon peletakan instalasi solar panel pada selubung bangunan, juga merespon kenyamanan thermal dalam bangunan?

1.3. Tujuan dan Sasaran

1.3.1. Tujuan

- Merancang kantor sewa yang efisien yang memanfaatkan teknologi sehingga dapat memecahkan masalah keborosan energi tak terbarukan, dan menggantinya dengan energi alam terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

1.3.2. Sasaran

- Merancang kantor sewa yang mereduksi konsumsi kebutuhan energi dengan mengupayakan optimalisasi penghawaan dan pencahayaan alami.
- Merancang kantor sewa yang efisien pada segi tata ruang dan sirkulasi demi mendukung produktifitas kerja.
- Pemanfaatan teknologi berkelanjutan untuk mengolah energi bebas emisi secara mandiri. Selain itu juga dilakukan pengurangan konsumsi energi seminim mungkin dengan cara mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami pada desain bentuk bangunan.

1.3.3. Keaslian

Perancangan Kantor Sewa di Yogyakarta dengan konsep *Zero Energy Building*, sebagai upaya menciptakan lingkungan binaan yang tanggap terhadap isu pemanasan global dan isu penggunaan energy alternative terbarukan adalah sesuatu yang baru dan belum ditemukan di karya penulisan lainnya. Namun, terdapat tulisan tugas akhir yang menjadi pembanding dalam penulisan ini, antara lain :

1. Kantor Sewa Di Jogjakarta

Oleh : Subandri Sindhu Prabowo (99 512 175)

Penerapan Kaidah Arsitektur Bioklimatik

Perbedaan: Subandri Sindhu Prabowo merancang kantor sewa yang berbasis pada kaidah arsitektur bioklimatik yang harmonis dengan lingkungan. Menekankan pada efisiensi ruang, dan tidak membahas tentang energi. Sedangkan perancangan kantor sewa kali ini berbasis pada kaidah Bangunan bebas emisi karbon dengan penekanan pada efisiensi ruang.

2. Gedung Program Studi Teknik Industri dan Fasilitas Kemahasiswaan Fakultas Teknik Undip di Semarang

Oleh: Windi Astuti (L2B 005 214)

Bangunan Hemat Energi

Perbedaan: perancangan bangunan yang hemat energi, meminimkan penggunaan energi tanpa membatasi kenyamanan dalam melakukan aktifitas maupun produktivitas penghuninya. Tidak ada bahasan mengenai teknologi berkelanjutan sebagai cara dalam menghemat kebutuhan energi.

3. Pusat Kecantikan dan Kebugaran Jogjakarta

Oleh: Annisa Paramadina (05 512 154)

Penekanan Pada Rancangan Fasade Berkelanjutan untuk Bangunan Nol-Energi

Perbedaan: perancangan Pusat Kecantikan dan Kebugaran Jogjakarta yang berkaitan dengan efisiensi ruang yang memberikan kenyamanan kepada pengguna. Selain itu, desain fasade pada bangunan ini lebih kepada fasade sebagai suatu teknologi untuk mendukung konsep *Zero energy Building*. Pada desain kantor sewa kali ini, penerapan *zero energy building* lebih kepada pemahaman *Zero Carbon Buildings*, dengan tetap memperhitungkan efisiensi ruang.

1.4. Metode Perancangan

1.4.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan secara langsung ke lokasi site ataupun dengan cara studi literatur dan studi pustaka maupun dari referensi-referensi lainnya.

Tabel 1.5. Pengumpulan Data

No	Jenis Data yang Dicari	Metode Pengumpulan Data	Kegunaan Data
1	Data Site Ukuran Kontur Potensi Kendala	Survey Lapangan Data dari Pemerintah Kajian dari Internet	Menentukan batasan dan luasan site yang akan dirancang Untuk menentukan gubahan massa bangunan berdasarkan orientasi site, view, dan angin Untuk menentukan unsur-unsur apa saja yang akan ditambahkan dan dikurangi untuk meningkatkan potensi site serta menyelesaikan kendala pada site
2	<i>Zero Carbon Buildings</i> Pengertian	Kajian dari Buku-buku, Artikel, Majalah Kajian dari Internet	Menentukan metode penghematan energi yang sesuai dengan site dan tipologi

	Standarisasi Studi Kasus	Kajian Tugas Akhir Lainnya	bangunan yang dipilih Sebagai pedoman dalam pemecahan masalah perancangan Sebagai pembanding, acuan penulisan, maupun sebagai referensi
3	Kantor Sewa Pengertian Macam-macam Unsur-unsur Pendukung Standar Ruang	Kajian dari Buku-buku, Artikel, Majalah Kajian dari Internet Kajian Tugas Akhir Lainnya	Menentukan bentuk dasar kantor sewa Menentukan kebutuhan ruang, besaran, persyaratan, dan hubungan antar ruang

Sumber: Analisa Penulis

1.4.2. Metode Penelusuran Masalah

Metode ini digunakan untuk menganalisa permasalahan yang ada, yang nantinya akan menjadi acuan dalam merancang kantor sewa.

A. Analisa Issue-issue dan Latar Belakang

Data-data dan referensi-referensi yang didapat diuraikan dan dikaji, untuk kemudian ditemukan permasalahan apa yang diangkat dalam perancangan ini.

Hasil dari analisis ini berupa permasalahan perancangan kantor sewa yang hemat energi dengan mengoptimalkan panel surya. Permasalahan umum yang didapat ini akan diuraikan menjadi permasalahan yang lebih spesifik lagi.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah akan diketahui dengan cara menentukan dan mengkaji tipologi bangunan, site, dan tema berdasarkan kajian literatur. Pada rancangan

kantor sewa ini, permasalahan bangunan yang perlu diselesaikan adalah tata ruang, sirkulasi, orientasi bangunan, dan bentuk bangunan yang mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami dalam upaya penekanan pada *Zero Energy Building* dengan maksud menghasilkan energi bebas emisi sebanyak mungkin, dan meminimalkan konsumsi energi.

Berdasarkan kajian tipologi, site dan tema yang diangkat, maka akan didapatkan variable-variable yang akan di silangkan satu dengan lainnya, sehingga akan didapat persoalan-persoalan desain yang lebih mendalam lagi.

1.4.3. Metode Pemecahan Masalah

Menganalisis masalah desain untuk mendapatkan kriteria-kriteria rancangan dengan alternatif-alternatif pemecahan masalah. Alternatif-alternatif desain yang diperoleh digunakan sebagai pedoman pengembangan konsep bangunan.

1.4.4. Metode Perumusan Konsep

Dalam tahap perumusan konsep ini, kriteria-kriteria dan alternatif desain disimpulkan dalam sebuah konsep desain yang akan diterapkan pada perancang kantor sewa.

1.4.5. Metode Pengujian

Metode pengujian dilakukan untuk mengetahui rancangan tersebut sudah dapat menyelesaikan persoalan rancangan sesuai dengan penekanan pada tema dan teori-teori yang didapat atau belum.

A. Pengujian dengan Software

1. Pencahayaan diuji dengan menggunakan ecotect. Model bangunan yang telah dirancang dengan bukaan sedemikian rupa diuji pada ecotect untuk mengetahui apakah pencahayaan dalam ruang sudah cukup nyaman atau malah terlalu sedikit / banyak sehingga mengganggu kegiatan perkantoran.

B. Pengujian dengan Gambar

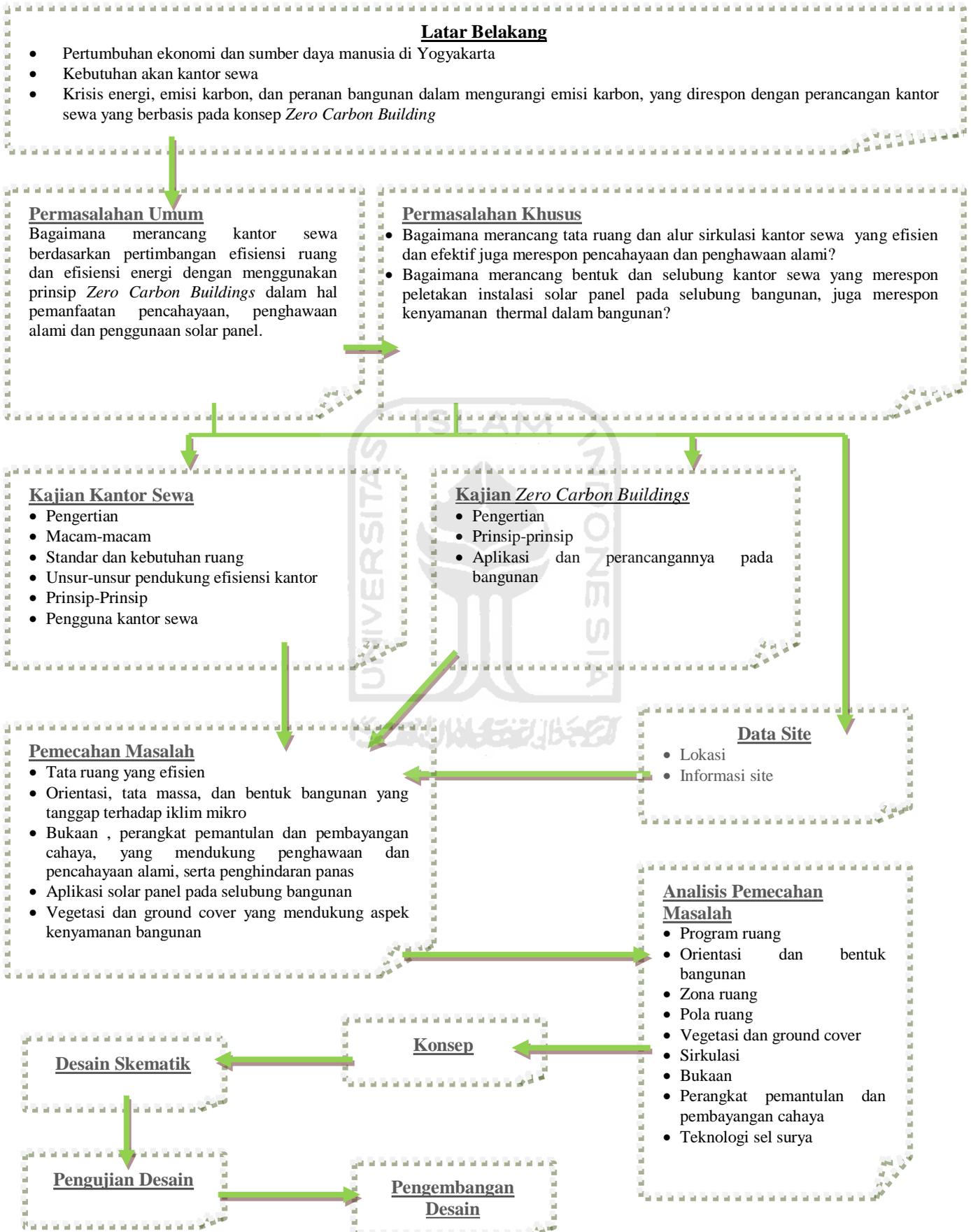
Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji desain menggunakan gambar 2D dan 3D. Tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pendekatan dalam merancang tata ruang dan massa bangunan ini sudah layak atau belum untuk disebut efisien dan efektif. Caranya adalah dengan cara membandingkan gambar hasil rancangan dengan standar-standar ukuran ruang yang telah dikaji dan dianalisis.

C. Pengujian dengan Perhitungan

Menghitung energi yang dihasilkan oleh solar panel yang akan digunakan untuk kebutuhan energi listrik bangunan, dengan pertimbangan kebutuhan daya, jenis PV, dan optimalisasi aplikasinya sehingga berpengaruh terhadap luasan PV yang dibutuhkan.



1.4.6. Kerangka Pola Pikir



BAB II

PENELUSURAN MASALAH

2.1. Pengertian Judul

2.1.1. Kantor

- Suatu wadah yang menampung kegiatan secara manual maupun mekanis.¹³
- Tempat dalam suatu badan usaha dimana dilaksanakan kegiatan mengumpulkan, mencatat, mengolah, menyimpan bahan, keterangan yang dibutuhkan untuk membantu melayani pekerjaan utama dari badan usaha.¹⁴

2.1.2. Kantor Sewa

- Suatu bangunan yang didalamnya terjadi transaksi bisnis dengan pelayanan secara profesional. Di dalamnya terdiri dari ruang-ruang dengan fungsi yang sama, yaitu fungsi kantor dengan status pemakai sebagai penyewa atas ruang yang digunakan.¹⁵

2.1.3. Kantor Sewa di Yogyakarta

- Suatu bangunan di Yogyakarta yang menampung kegiatan manusia secara berkelompok yang bersifat administratif dalam suatu bentuk usaha komersial, dengan cara menyewakan lantai atau ruangan kepada pengusaha-pengusaha/ pihak-pihak yang memerlukannya.

¹³ WJS. Poerwadarmanto. 1997 hal 387.

¹⁴ The Liang Gie, 1974, Administrativ Perkantoran Modern.

¹⁵ Hunt, 1980, hal. 381.

2.2. Tinjauan Kantor

2.2.1. Kantor (Umum)

A. Tipe Bangunan

Tipe bangunan suatu gedung perkantoran ada beberapa macam yaitu:

1. *High rise building* (bangunan dengan lantai lebih dari 20 lantai)
2. *Middle rise building* (bangunan 4 lantai sampai dengan 20 lantai)
3. *Low rise building* (bangunan 1 lantai sampai dengan 3 lantai)
4. *Garden office/office park* (bangunan 1 sampai 5 lantai dengan lansekap yang ekstensif).

Dengan mengacu kepada peraturan Pemerintah Kota Yogyakarta (1990-2010), dimana ketinggian maksimal bangunan adalah 32 m, maka bangunan akan dirancang dengan tipe *middle rise building* (4-20 lantai). Lansekap akan tetap menjadi perhitungan desain, tetapi tidak bersifat ekstensif, sehingga tidak termasuk ke dalam *garden office/ office park*.

B. Klasifikasi Kantor¹⁶

1. *Commercial office*

Jenis perkantoran yang termasuk golongan ini adalah perkantoran (untuk toko, disewakan), perusahaan (trading company), asuransi dan transportasi.

2. *Industrial office*

Jenis perkantoran ini terikat harus mempunyai hubungan fisik dengan pabriknya.

3. *Professional office*

Jenis perkantoran ini tidak dipakai dalam waktu yang panjang dan merupakan perkantoran yang jumlah modal yang digunakan relatif kecil.

4. *Institutional/ Governmental office*

Jenis perkantoran ini bersifat usaha yang teratur dalam bentuk lembaga yang berpedoman pokok untuk hidup lama dan kokoh. Biasanya digunakan dalam waktu yang lama atau panjang.

Berdasarkan kelasnya, gedung perkantoran dibedakan menjadi beberapa kelas, antara lain:

¹⁶ Manasseh, L. & Cunliffe, R., 1989

1. Kelas Premium (dengan luas gedung minimal 20.000 m² serta terletak di Central Business District).
2. Kelas A (Luas minimum gedung 6.000 m² serta terletak di daerah pusat bisnis).
3. Kelas B (dengan luas berapa saja dan terletak dilokasi mana saja namun memiliki kualitas material yang baik dan cukup modern).

Berdasarkan kepemilikannya, gedung perkantoran terbagi menjadi 2 macam yaitu:

1. Gedung perkantoran sewa

Pada tipe gedung perkantoran sewa, yang disewakan adalah besaran atau luasan tertentu dari gedung perkantoran tersebut. Penyewaan dilakukan sesuai dengan jangka waktu yang disepakati bersama. Biaya yang harus dikeluarkan bagi penyewa adalah biaya sewa dan service charge kepada pengelola yang biasanya dihitung berdasarkan luas ruangan yang disewa dan dibayar per bulan.

2. Gedung perkantoran Strata Title (milik)

Pada tipe gedung perkantoran Strata Title (milik), ruang bangunan gedung perkantoran dapat dimiliki seperti rumah tinggal ataupun apartemen strata title. Namun pemiliknya harus tetap membayar service charge per bulan sebagai biaya perawatan dan pemeliharaan gedung.

Kantor ini akan dirancang sebagai *commercial office* dengan jenis kelas B, namun dalam menentukan sitenya nanti harus ada pertimbangan bahwa lokasi berada pada daerah pusat bisnis. Sistem kepemilikan gedung ini juga dipilih gedung perkantoran sewa, dimana besar biaya akan ditentukan berdasarkan jenis besar modul ruang yang disewa.

C. Karakteristik Gedung Perkantoran

Dalam membangun suatu gedung perkantoran ada satu karakteristik penting yang harus diperhatikan yaitu lokasi. Dalam suatu lokasi yang akan didirikan sebuah gedung perkantoran ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- Dekat dengan gedung perkantoran umum
- Dilalui oleh kendaraan umum

- Merupakan pusat kegiatan financial
- Dekat dengan gedung pemerintahan

Yang paling diutamakan dalam menentukan lokasi kantor sewa ini adalah berada di sekitar lokasi kegiatan financial dan dilalui oleh kendaraan umum. Hal ini salah satunya berfungsi untuk mempermudah transaksi bisnis, karena itulah hal ini yang dijadikan standar sebagai kriteria pemilihan lokasi.

D. Kriteria Kantor

Di dalam produk properti perkantoran untuk mencapai target pasar ada beberapa faktor yang menjadi kunci suksesnya. Beberapa faktor tersebut adalah:

1. **Fleksibilitas ruang yang menciptakan Efisiensi**
Dipengaruhi oleh model dan bentuk bangunan yang memaksimalkan ruang sewa sehingga dapat menghasilkan keuntungan. Minimal 60% dari luas total bangunan harus dapat disewakan. Penataan ruang, jalur sirkulasi dan fasilitas layanan juga harus merata agar dapat memenuhi kebutuhan semua penyewa.
2. **Tingkat hunian**
Semakin tinggi tingkat hunian maka pendapatan dan keuntungan semakin besar selain itu tingkat hunian yang tinggi juga meningkatkan image pada sebuah gedung perkantoran.
3. **Harga sewa**
Harus sesuai dengan keadaan pasar permintaan, dapat bersaing dan tak berada di bawah harga pasar yang ada. biasanya untuk harga sewa di hitung per-meter persegi.
4. **Service charge**
Penentuan service charges yang murah belum tentu efektif bagi penghuni ruang kantor, karena penghuni ruang kantor mengharapkan tingkat pelayanan yang memuaskan. Biasanya biaya jasa ini sangat ditentukan oleh besarnya biaya operasional di gedung perkantoran itu dan dihitung permeter persegi.

5. Citra/image

Sebuah perkantoran yang telah memiliki nama besar di masyarakat baik dalam bentuk fisik, fasilitas bangunan, tingkat pelayanan, maupun kelebihan lain yang dimiliki akan lebih mudah menarik pengunjung.

Efisiensi adalah kriteria utama yang akan diangkat dalam rancangan kantor sewa kali ini. Hal ini tak lepas dari kantor sewa sebagai bangunan komersial yang menuntut keuntungan yang besar dari persewaan gedung. Selain itu, pencitraan kantor sewa yang berbasis konsep *zero carbon buildings* akan menjadi nilai tersendiri dalam menarik minat target penyewa.

2.2.2. Kantor Sewa

Dalam perhitungan sewa ruang kantor, terdapat istilah yang harus diperhatikan, sebagai berikut:

1. *Service floor area*, meliputi area-area yang tidak termasuk disewakan, tetapi merupakan layanan untuk penyewa seperti elevator, tangga, AC central, fire tower court.
2. *Rentable floor area*, dibedakan menjadi:
 - *Usable floor area*, merupakan area yang disewakan dengan harga tertentu.
 - *Common floor area*, meliputi elevator hall, koridor, toilet, dll. Harga sewa per m diperhitungkan berdasarkan rentable floor area.
3. *Gross area system* adalah sistem sewa dengan memperhitungkan semua bagian bangunan (ruang-ruang yang ada) termasuk lobby, lift, lavatory, dan ruang penunjang lainnya.
4. *Net area system* adalah sistem sewa dengan memperhitungkan luas ruang yang benar-benar hanya digunakan oleh penyewa. Dalam hal ini, lavatory, ruang lift, dan penunjang tidak termasuk yang disewakan.
5. *Semi gross system* adalah sistem sewa dengan memperhitungkan semua ruang yang digunakan oleh penyewa ditambah dengan beberapa ruang fasilitas, tetapi tidak termasuk ruang transportasi, tangga darurat, dan fasilitas umum lainnya.

Dalam kaitannya dengan kriteria kantor sewa agar memenuhi target pasar, maka perhitungan sewa ruang kantor menggunakan *Net Area System*, dimana ruang pendukung dihitung sebagai area service.

A. Klasifikasi Kantor Sewa

Berdasarkan peruntukannya, kantor sewa dapat dibedakan menjadi:

1. Kantor sewa fungsi tunggal
Merupakan kantor sewa yang di dalamnya hanya memiliki satu fungsi (tunggal). Sifat dan karakter lingkup kegiatan yang diwadahi relatif sama.
2. Kantor sewa fungsi majemuk
Merupakan kantor sewa yang di dalamnya memiliki beberapa fungsi sehingga lebih variatif dan lebih berpotensi meningkatkan daya tarik kunjungan. Setiap fungsi mempunyai aktivitas dominan berbeda yang menuntut kenyamanan dan fasilitas berbeda.

Berdasarkan jumlah penyewa, kantor sewa dapat dibedakan menjadi:

1. Penyewa bangunan tunggal
Disewakan kepada satu penyewa dalam jangka waktu tertentu.
2. Penyewa lantai tunggal
Setiap lantainya hanya ditempati satu penyewa saja.
3. Penyewa lantai majemuk
Setiap lantainya digunakan untuk lebih dari satu penyewa/ unit kantor.

Berdasarkan pembagian layout denah, kantor sewa dapat dibedakan menjadi:

1. *Cellular system* (Sel)
Bentuk bangunan memanjang dengan koridor memanjang sejajar dengan bentuk bangunan. Ruang memiliki privasi tinggi sehingga sesuai untuk eksekutif, manajer, dll.
2. *Group space system* (kelompok ruang)
Sistem ini memiliki ruang dengan dimensi yang mampu menampung 5-15 karyawan, bersifat semiformal. Bangunan memiliki kedalaman 15-20m dari koridor ke dinding terluar bangunan.
3. *Landscape/ open plan system* (ruang terbuka)

Susunan ruang fleksibel menurut kebutuhan pemakai, dengan menggunakan sekat dan mempunyai karakter bebas dan non-formal.

Berdasarkan kedalaman ruang, kantor sewa dapat dibedakan menjadi:

1. *Shallow space*

Ruang memiliki kedalaman kurang dari 8m, bentuk sirkulasi single zone place yang disusun linier, cocok untuk mewadahi aktivitas individual.

2. *Medium depth space*

Ruang sewa memiliki kedalaman 8-10m, sirkulasi single zone place, atau 14-22m pada sirkulasi double zone place.

3. *Deep space*

Ruang memiliki kedalaman 11-19m, digunakan untuk kantor grup kecil, atau kombinasi kantor tunggal dan kantor grup kecil.

4. *Very deep space*

Ruang memiliki kedalaman lebih dari 20m, mengkombinasikan ruang kecil dan sedang.

Mengacu pada latar belakang bab 1, maka kantor sewa ini dapat dikategorikan sebagai kantor sewa fungsi majemuk, karena akan ada beberapa jenis perusahaan yang menjadi penyewanya. Adapun macam target penyewa, serta jumlah unit usaha yang membutuhkan kantor sewa, yaitu:

1. Usaha Besar (5 Unit)

- **80% Jasa Asuransi (4 unit usaha/perusahaan)**
- **20% Jasa Konsultasi Desain (1 unit usaha/perusahaan)**

2. Usaha Sedang (10 Unit)

- **70% Jasa Konsultasi Desain (7 unit usaha/perusahaan)**
- **30% Jasa Pengiriman (3 unit usaha/perusahaan)**

3. Usaha Kecil (15 Unit)

- **100% Jasa Asuransi (15 unit usaha/perusahaan)**

Pembagian layout denah dan pemilihan jenis kedalaman ruang pun akan digunakan sebagai acuan dalam rancangan sirkulasi dan tata ruang sehingga didapat desain yang efisien.

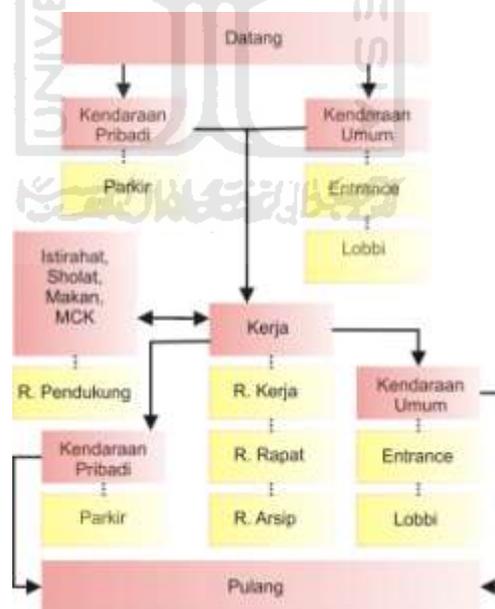
B. Pengguna Kantor Sewa

Secara umum, pada kantor sewa terdapat pengguna bangunan, yaitu:

- Penyewa/ konsumen kantor sewa
- Pengunjung bangunan/ tamu
- Pengelola bangunan
- Karyawan pendukung

Pengelola dan pengunjung mempunyai karakter dan kegiatan yang berbeda antara satu dengan lainnya sesuai latar sosial budaya serta bidang usaha yang dilingkupinya. Pemilahan dan pengelompokan penyewa menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perancangan sebuah kantor sewa.

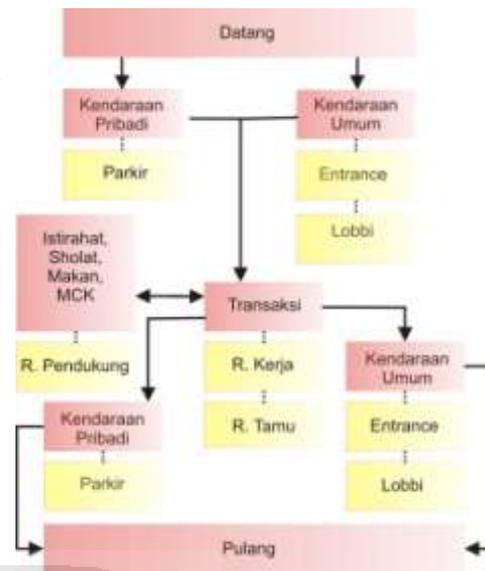
1. Penyewa/ konsumen, yaitu orang yang menyewa kantor ini dan bekerja di dalamnya. Penyewa bisa merupakan orang yang menyewa kantor dan menggaji pegawai untuk menjalankan usahanya, juga bisa merupakan pegawai itu sendiri. Pegawai ini bisa di khususkan menjadi direktur, sekretaris, karyawan, sekuriti dan office boy.



Gambar 2.1. Skema Pola Kegiatan Penyewa

Sumber: Penulis.

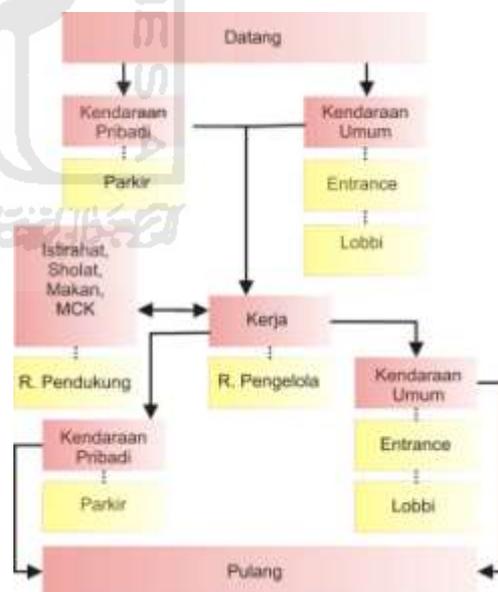
2. Pengunjung bangunan, adalah orang yang datang ke kantor sewa untuk melakukan transaksi jasa yang disediakan di kantor sewa ataupun untuk bertamu.



Gambar 2.2. Skema Pola Kegiatan Pengunjung

Sumber: Penulis.

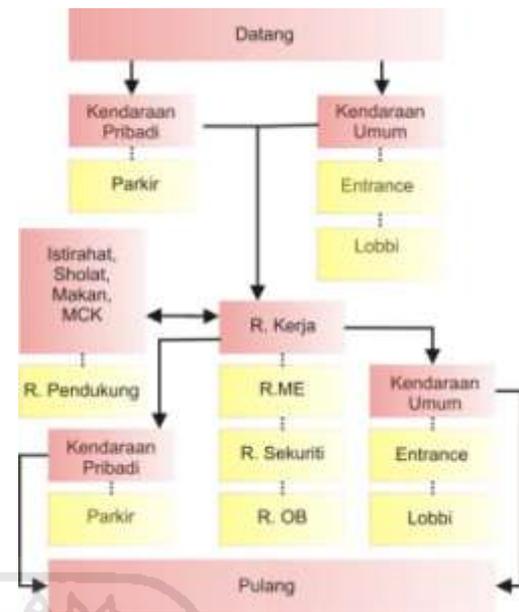
3. Pengelola, adalah orang atau karyawan yang menjadi pemilik dari kantor sewa dan bertugas di gedung tersebut. Tugas-tugasnya antara lain adalah melakukan promosi kantor sewa, kontak dengan calon penyewa, membuat peraturan dan mengawasi penggunaan kantor sewa.



Gambar 2.3. Skema Pola Kegiatan Pengelola

Sumber: Penulis.

4. Karyawan Pendukung, adalah orang yang bekerja melayani pengguna kantor sewa, menjaga keamanan, juga sebagai pengontrol dan pengelola peralatan listrik, AC dan pemipaan. Yang termasuk dalam karyawan pendukung adalah teknisi ME, security, dan *office boy*.



Gambar 2.4. Skema Pola Kegiatan Karyawan Pendukung

Sumber: Penulis.

Penentuan pengguna kantor sewa ini digunakan sebagai acuan dalam merancang sistem sirkulasi, serta kebutuhan dan organisasi ruang berdasarkan jenis kegiatan yang dikerjakan.

C. Efisiensi dan Efektifitas Ruang Kantor

1. Perencanaan Tara Ruang Kantor

Salah satu poin yang mendukung tingkat efisiensi dan efektifitas suatu ruang adalah perencanaan tata ruang. Ada beberapa ahli yang mendefinisikan tata ruang kantor diantaranya, sebagai berikut:

- Menurut George Terry yang disadur pula oleh The Liang Gie menyatakan “Tata ruang kantor adalah penentuan mengenai kebutuhan-kebutuhan dalam penggunaan ruang secara terperinci dari ruang ini untuk menyiapkan suatu susunan yang praktis dari faktor-faktor fisik yang dianggap perlu bagi pelaksanaan kerja perkantoran dengan biaya yang layak” (1988:200).
- Menurut Littlefield dan Peterson menyatakan “Tata ruang kantor dapat dirumuskan sebagai penyusunan perabotan dan alat perlengkapan pada luas lantai yang tersedia” (1956:117).

Ada beberapa azas dalam merencanakan tata ruang kantor, yaitu:¹⁷

- **Azas jarak terpendek** ialah suatu tata letak ruang kantor yang terbaik dimana memungkinkan proses penyelesaian suatu pekerjaan dapat dilakukan sependek-pendeknya atau dengan waktu yang efektif.
- **Azas rangkaian kerja** ialah penempatan para karyawan dan alat-alat kantor yang dirunut rangkaiannya agar sejalan dengan urutan penyelesaian pekerjaan. Azas rangkain kerja juga merupakan kesinambungan azas jarak terpendek karena dengan tata letak suatu ruang yang baik, akan memudahkan karyawan menjangkau alat pekerjaan yang dibutuhkan sehingga pekerjaan dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.
- **Azas penggunaan segenap ruangan** ialah azas dimana suatu tata ruang kantor mempergunakan sepenuhnya ruang kantor termasuk di dalamnya secara vertical ke atas dan ke bawah. Azas ini menggunakan sistem pemaksimalan suatu ruangan. Azas ini sangat baik digunakan terutama bagi suatu ruang kerja yang kecil namun menuntut tempat penyimpanan

¹⁷ <http://www.duniaremaja.org/t118-manajemen-perkantoran-tata-ruang-kantor>. diunduh tanggal 17 juli 2011.

yang cukup luas. Penggunaan secara maksimal ruang kantor dari atas ke bawah, atau begitu pun sebaliknya, merupakan cara yang baik dilakukan sesuai azas penggunaan segenap ruang ini.

- **Azas perubahan.** Perubahan susunan ruang kerja dapat dilakukan apabila tata letak suatu ruang kerja diharuskan untuk berubah karena alasan-alasan 3 hal di atas. Perubahan tata letak kantor dapat digunakan untuk membuat suasana baru dalam suatu kantor. Azas-azas ini pun selaras sejalan dengan besar-kecil berat-ringan perabotan ruang kerja yang digunakan.

2. Persyaratan Ruang

- **Posisi**

Posisi dapat menentukan efisiensi gerak dan waktu para karyawan. Ruang kerja yang disusun berdekatan akan mempersingkat informasi kerja. Sama halnya juga dengan posisi ruang kerja dengan ruang pendukung. Semakin cepat aksesnya, maka akan semakin efisien dalam hal pemanfaatan waktu.

- **Fleksibilitas Ruang**

Fleksibilitas ruang mengacu kepada kemampuan ruang untuk mengorganisasi ulang ruang kantor yang bertujuan untuk menanggapi berbagai perubahan fungsi ruangan.

Fleksibilitas memungkinkan suatu ruang kantor bersifat bebas dan menyediakan ruang-ruang serbaguna yang cocok untuk berbagai pekerjaan dan kemungkinan penggunaan ruangan.

- **Bentuk Ruang**

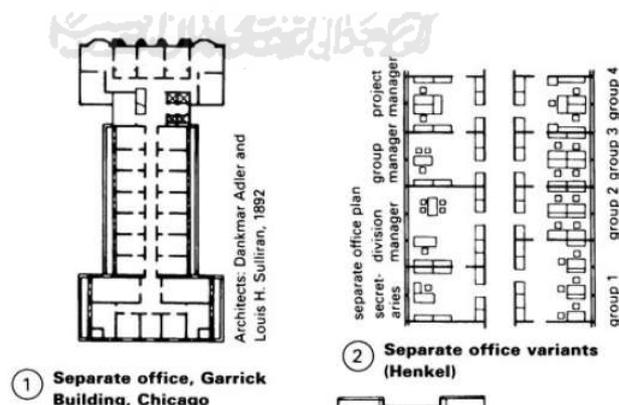
Bentuk ruang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman ruang, penempatan core, dan sirkulasi ruang. Semakin luas ruangan yang tercipta, cahaya dan aliran udara yang masuk, tidak akan menjangkau ruang bagian dalam. Hal ini akan berimbas pada penggunaan pencahayaan dan penghawaan buatan yang artinya akan menambah konsumsi energi.

Salah satu kriteria spesifik pada kantor sewa adalah Efisiensi. Efisiensi berkaitan erat dengan tata ruang kantor. Dalam mendesain tata ruang, ada empat azas yang dapat dijadikan dasar. Azas-azas itu akan disilangkan dengan pertimbangan penggunaan modul ruang sebagai cara untuk mencapai efisiensi ruang yang menyesuaikan jenis kegiatan, dan jenis sasaran penyewa.

3. Jenis Tata Ruang

Tata ruang berpengaruh terhadap pola aktivitas di dalamnya. Ada tiga jenis tata ruang, yaitu:¹⁸

- **Tata ruang kantor berkamar (Cubicle type offices)**, yaitu susunan ruangan untuk bekerja yang dipisahkan atau terbagi-bagi dalam kamar-kamar kerja. Ruang yang terkotak-kotak akan mengkonsentrasikan kegiatan, menjamin kerahasiaan, menambah kewibawaan dan menimbulkan nilai kepemilikan dan tanggung jawab atas ruang kerja tersebut. Namun dampaknya bisa dirasakan pada tingkat stress yang tinggi bagi pengguna ruangan, kurangnya komunikasi antar pegawai, mempersulit pengawasan serta memerlukan ruang kerja yang luas.



Gambar 2.5. Layout Ruang Kantor Berkamar

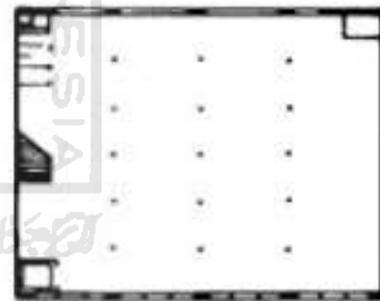
Sumber: Neufert, Ernst dan Sjamsu Amril, (1995), *Data Arsitek*.

¹⁸ Tjandra, Shendy N. (2008). *Kesekretariatan untuk SMK*, Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

- **Tata ruang terbuka (Open plan offices)**, adalah ruangan besar untuk bekerja yang ditempati oleh beberapa pegawai yang bekerja bersama-sama diruangan tersebut tanpa dipisahkan oleh penyekat. Tipe ini cocok untuk kegiatan berkelompok yang besar, memperbesar potensi komunikasi antar pegawai, namun tingkat konsentrasi kerja menjadi rendah.

Kantor terbuka memungkinkan perubahan terus-menerus dengan biaya minimum setelah pola dasarnya ditetapkan. Konsep ini juga memberikan adanya kenyamanan karena sirkulasi udara cukup lancar, penerangan merata, kursi dan meja yang enak dipakai, memperbaiki semangat kerja dan cenderung menghilangkan sebagian dari perselisihan yang timbul akibat tempat kerja terlalu berdekatan. Selain itu, arus perkerjaan lebih lancar dan hal-hal yang saling berkaitan dapat ditempatkan sedemikian rupa sehingga pekerjaan dapat dengan mudah beralih dari seksi yang satu ke seksi yang lain.

Kekurangan dari tipe ini adalah kecenderungan untuk menimbulkan kebisingan, tingkat konsentrasi rendah, kurang jelasnya batas antara pemimpin dan bawahan, kurangnya jaminan kerahasiaan dan ruangan yang kurang sedap dipandang karena tumpukan dokumen dan peralatan kerja.



Architect: William LeBaron Jenney, 1879

3 Open-plan office, Leiter Building I, Chicago

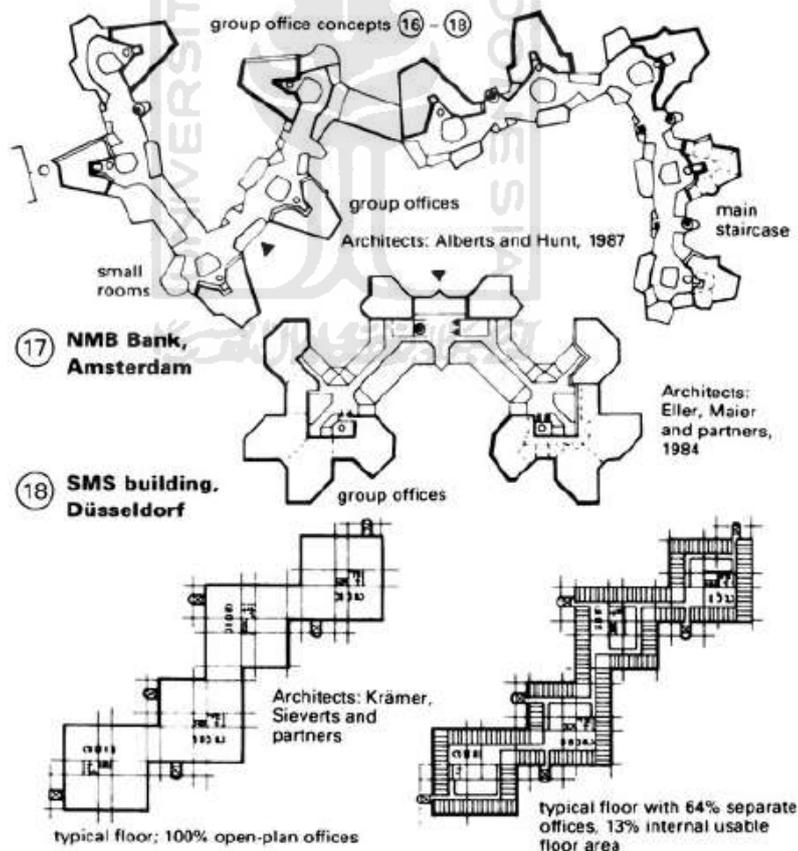
Gambar 2.6. Layout Ruang Kantor Terbuka

Sumber: Neufert, Ernst dan Sjamsu Amril, (1995), *Data Arsitek*.

- **Tata ruang kantor berpanorama (Landscape offices)**, merupakan konsep penataan ruang yang dihiasi oleh taman,dekorasi dan lainnya. Bentuk ruangan kantor berhias ini mengusahakan agar lingkungan ruangan perkantoran nampak seperti pemandangan alam terbuka dan benar-benar merupakan lingkungan yang nyaman, menyenangkan dan ekonomis dalam pemanfaatan ruangan.

Tipe ini akan membuat nyaman dan betah bagi pegawainya, mengurangi rasa stress, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kerugiannya adalah biaya yang cukup tinggi untuk membuat dan memelihara taman.

- **Tata ruang kantor Campuran**, merupakan tata ruang kantor yang merupakan gabungan antara bentuk tata ruang kantor berkamar, tata ruang kantor terbuka dan tata ruang kantor berpanorama.



Gambar 2.7. Layout Ruang Kantor Campuran

Sumber: *Neufert, Ernst dan Sjamsu Amril, (1995), Data Arsitek.*

Beberapa konsep tata ruang ini dapat dijadikan acuan untuk merancang ruang dan sirkulasinya. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada kajian sebelumnya telah ditentukan bahwa kantor sewa ini akan ditargetkan kepada beberapa penyewa yang berbeda-beda jenis usahanya. Menanggapi kebutuhan itulah, maka tata ruang campuran akan diangkat menjadi konsep ruang pada kantor sewa ini, dimana penggunaan konsep ruang akan menyesuaikan kebutuhan dari target penyewa.

D. Tipe-Tipe Ruang Kantor

Tujuan utama dari penataan ruang kantor adalah untuk mendukung penghuni dalam melakukan pekerjaan mereka dengan biaya minimum dan untuk kepuasan maksimal. Tugas dan kegiatan yang berbeda akan berpengaruh kepada tata ruang kantor yang berbeda-beda pula.

Ada dua tipe ruang kantor, yaitu sebagai berikut.¹⁹

1. Ruang Kerja

Ruang kerja adalah ruang yang mewadahi aktifitas kantor seperti membaca, menulis dan bekerja menggunakan komputer. Ada Sembilan tipe ruang kerja yang masing-masing mendukung aktivitas yang berbeda.

a) *open office*

Adalah ruang kerja terbuka yang digunakan lebih dari 10 orang, cocok digunakan untuk aktivitas yang membutuhkan banyak komunikasi dan dengan tingkat konsentrasi kerja yang rendah.

b) *team space*

Adalah ruang kerja semi-terbuka untuk kapasitas 2 hingga delapan orang. Cocok digunakan untuk kerja tim yang membutuhkan komunikasi berkala secara internal dengan tingkat konsentrasi yang sedang.

¹⁹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Office>. Diunduh tanggal 30 Maret 2011

c) *Cubicle*

Adalah ruang kerja semi terbuka yang digunakan oleh satu orang. Cocok digunakan untuk aktivitas yang membutuhkan konsentrasi kerja dan interaksi pada tingkat sedang.

d) *private office*

Adalah ruang kerja privat atau tertutup untuk 1 orang yang digunakan untuk aktivitas pribadi yang membutuhkan konsentrasi tinggi. Termasuk juga rapat-rapat kecil.

e) *shared office*

Adalah ruang private atau tertutup untuk 2 orang. Cocok digunakan untuk kerja semi-privat dan kolaborasi kerja dalam kelompok kecil.

f) *team room*

Adalah ruang kerja privat atau tertutup untuk 4 sampai 10 orang. Cocok digunakan untuk kerjasama yang bersifat rahasia yang membutuhkan komunikasi berkala secara internal.

g) *study booth*

Adalah ruang kerja privat atau tertutup untuk satu orang. Cocok untuk aktivitas jangka pendek yang membutuhkan konsentrasi atau privasi.

h) *work lounge*

Adalah ruang kerja yang seperti *lounge* yang digunakan untuk dua hingga enam orang. Cocok untuk aktivitas kerja yang membutuhkan kolaborasi ataupun interaksi secara tiba-tiba.

i) *touch down*

Adalah ruang kerja terbuka untuk satu orang. Cocok untuk aktivitas kerja jangka pendek yang membutuhkan konsentrasi dan interaksi sedikit.

Dari sembilan tipe ruang kerja, serta mengacu kepada jenis target penyewa, maka penentuan penggunaan tipe ruang kerja adalah sebagai berikut:

- untuk jasa asuransi dan jasa pengiriman, akan digunakan tipe *open office*. Hal ini didasarkan pada jumlah pegawai yang banyak dan

tamu yang datang, membuat tingginya komunikasi yang dibutuhkan dalam hal marketing dan transaksi bisnis.

- **Untuk jasa konsultasi desain, digunakan tipe *team room* yang didasarkan pada kebutuhan komunikasi internal yang berkala dan bersifat rahasia.**
- **Untuk jasa ticketing, digunakan tipe *work lounge*, dimana ruang ini bersifat terbuka dengan kemungkinan interaksi yang tiba-tiba.**
- **Semua jenis target penyewa akan menggunakan tipe *private office* sebagai ruang kerja bagi pegawai eksekutifnya, kecuali untuk jasa ticketing.**

2. Ruang Rapat

Ruang rapat adalah bagian dari ruang kantor yang biasanya digunakan untuk berinteraksi, baik itu percakapan cepat ataupun bertukar pikiran secara intensif. Ada enam tipe ruang rapat yang masing-masing mendukung aktivitas yang berbeda.

a) *Small meeting room*

Adalah ruang rapat tertutup untuk dua hingga empat orang. Cocok untuk interaksi yang resmi maupun tidak.

b) *Large meeting room*

Adalah ruang rapat tertutup untuk lima hingga dua belas orang. Cocok untuk rapat resmi.

c) *Small meeting space*

Adalah ruang rapat terbuka atau semi-terbuka untuk dua hingga empat orang. Cocok untuk interaksi singkat dan tidak resmi.

d) *Large meeting space*

Adalah ruang rapat terbuka atau semi-terbuka untuk lima hingga dua belas orang. Cocok untuk interaksi yang bersifat singkat dan tidak resmi.

e) *Brainstorm room*

Adalah ruang pertemuan tertutup untuk 5-12 orang. Cocok untuk sesi tukar pikiran dan lokakarya.

f) *Meeting point*

Adalah lokasi pertemuan rapat di ruang terbuka untuk dua hingga empat orang. Cocok untuk rapat ad hoc dan rapat yang tidak resmi.

Dari enam tipe ruang rapat, serta mengacu kepada jenis target penyewa, maka penentuan penggunaan tipe ruang rapat adalah sebagai berikut:

- **untuk jasa asuransi dan jasa pengiriman, akan digunakan tipe *large meeting room* yang didasarkan pada jumlah pegawai yang banyak atau untuk menggelar rapat resmi dengan perusahaan lain.**
- **Untuk jasa konsultasi desain, digunakan tipe *brainstorming room* yang didasarkan pada kebutuhan akan bertukar pikiran dan lokakarya yang dapat meningkatkan kualitas kerja karyawannya.**
- **Untuk jasa ticketing, tidak menggunakan ruang rapat.**

3. Ruang Pendukung

Ruang pendukung adalah bagian dari ruang kantor yang biasanya digunakan untuk aktivitas sekunder, seperti mendokumentasikan file atau beristirahat sambil menikmati segelas kopi. Ada dua belas tipe ruang pendukung yang masing-masing mendukung aktivitas yang berbeda.

- *Filing space*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup untuk menyimpan berkas dan dokumen yang sering digunakan.
- *Storage space*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup untuk penyimpanan peralatan.
- *Print and copy area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup dengan fasilitas untuk *printing, scanning and copying*.
- *Mail area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau semi-terbuka dimana pekerja kantor dapat mengambil surat pribadinya.

- *Pantry area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup dimana di area ini pegawai bisa mendapatkan kopi, the, minuman ringan dan makanan ringan.
- *Break Area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup dimana di area ini pegawai bisa beristirahat dan melepas lelah.
- *Locker area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau semi-terbuka dimana pekerja kantor dapat menyimpan barang-barang pribadinya.
- *Smoking room*
Adalah ruang pendukung tertutup dimana di area ini pegawai bisa merokok dengan bebas.
- *Library*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau tertutup untuk membaca jurnal, buku maupun majalah.
- *Games room*
Adalah ruang pendukung tertutup dimana di area ini pegawai bisa bermain game (permainan di computer, catur, darts).
- *Waiting area*
Adalah ruang pendukung yang terbuka atau semi-terbuka dimana pengunjung atau tamu diterima dan tempat menunggu janju pertemuannya.
- *Circulation space*
Adalah ruang pendukung yang dibutuhkan untuk sirkulasi di lantai bangunan, dan menghubungkan antara satu fungsi utama dengan fungsi utama lainnya.

Tipe-tipe ruang di atas akan digunakan sebagai rujukan dalam menentukan kebutuhan dan besaran ruang kantor. Tidak semua tipe ruangan akan digunakan, tetapi akan disesuaikan dengan kebutuhan dari masing-masing penyewa kantor.

Penulis mengelompokkan tipe ruang pendukung khusus (berdasarkan atas kebutuhan personal masing-masing penyewa) dan tipe ruang pendukung yang bersifat umum.

Tipe ruang pendukung khusus akan ada di setiap masing-masing kantor. Berikut yang termasuk tipe ruang pendukung khusus:

- *Locker area*
- *Library*
- *Mail area*
- *Filing space*
- *Storage space*
- *Print and copy area*

Tipe ruang pendukung yang bersifat umum akan ada hampir di setiap lantai sehingga boleh digunakan oleh siapa saja. Berikut ruang pendukung yang bersifat umum:

- *Break area*
- *Pantri area*
- *Waiting area*
- *Games room*
- *Smoking room*

Untuk *circulation area* akan ditentukan berdasarkan asumsi aktifitas pergerakannya, dimana:

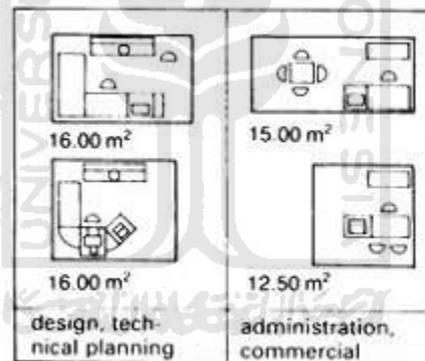
- Ruang dengan aktifitas pergerakan kecil, sirkulasinya 20%
- Ruang dengan aktifitas pergerakan sedang, sirkulasinya 30%
- Ruang dengan aktifitas pergerakan besar, sirkulasinya 50%

E. Pola-Pola Penataan Ruang

1. Modul ruang

Berdasarkan Data Arsitek (Neufert, 1990), perancangan pola penataan ruang menggunakan modul-modul ruang dapat didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

- Standar ukuran tubuh manusia dan perabot
Luas area yang dibutuhkan pegawai kantor berdasarkan tipe kerja, jenis perabot yang dibutuhkan, tingkat privasi, serta faktor penerimaan tamu, maka ditentukan standar luasan ruang per unit adalah 12-16 m².
- Standar kebutuhan ruang
Untuk menyesuaikan kebutuhan pegawai dengan tingkat jabatan yang berbeda-beda, maka standar kebutuhan ruang pun ikut berbeda. Berikut ini standar ruang pribadi masing-masing pegawai.
 - ❖ Karyawan kantor 4,5 m²
 - ❖ Sekretaris 6,7 m²
 - ❖ Kepala bagian 9,3 m²
 - ❖ Direktur 13,4 m²



Gambar 2.8. Contoh Standar Ruang Kerja Ideal

Sumber: Data Arsitek

- Tingkat kapasitas ruang
Berdasarkan tingkat kapasitas ruangnya, maka didapat standar besaran untuk masing-masing fungsi ruang, yaitu sebagai berikut.
 - ❖ Area kecil, yaitu area untuk 1- 3 orang
 - ❖ Area sedang, yaitu area untuk 1- 15 orang
 - ❖ Area besar, yaitu area dengan daya tampung >15 orang

Dari data di atas, penulis menyimpulkan bahwa modul unit ruang yang disewakan akan dirancang dalam 3 jenis. Hal ini berdasarkan kemungkinan-kemungkinan besaran ruang yang dibutuhkan oleh berbagai penyewa.

- ✓ **Area kecil**, yaitu area untuk kapasitas 1-3 orang.

Dengan menggunakan standar per orang adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar $4,5 \text{ m}^2 \times 3 \text{ orang} = \mathbf{13,5 \text{ m}^2}$.

- ✓ **Area sedang**, yaitu area untuk kapasitas 1-15 orang.

Dengan menggunakan standar per orang adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar:

$$4,5 \text{ m}^2 \times 13 \text{ pegawai} = 58,5 \text{ m}^2$$

$$6,7 \text{ m}^2 \times 1 \text{ sekretaris} = 6,7 \text{ m}^2$$

$$13,4 \text{ m}^2 \times 1 \text{ direktur} = 13,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 58,5 \text{ m}^2 + 6,7 \text{ m}^2 + 13,4 \text{ m}^2 = \mathbf{78,6 \text{ m}^2}$$

- ✓ **Area besar**, yaitu area untuk kapasitas 1-40 orang.

Dengan menggunakan standar per karyawan adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar:

$$4,5 \text{ m}^2 \times 37 \text{ pegawai} = 166,5 \text{ m}^2$$

$$6,7 \text{ m}^2 \times 1 \text{ sekretaris} = 6,7 \text{ m}^2$$

$$9,3 \text{ m}^2 \times 1 \text{ kepala bagian} = 9,3 \text{ m}^2$$

$$13,4 \text{ m}^2 \times 1 \text{ direktur} = 13,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 166,5 \text{ m}^2 + 6,7 \text{ m}^2 + 9,3 \text{ m}^2 + 13,4 \text{ m}^2 = \mathbf{195,9 \text{ m}^2}$$

Setelah modul tipe ruang didapatkan, maka nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menghitung kebutuhan besaran ruang.

2.3. *Zero Carbon Buildings* (Bangunan Bebas Emisi Karbon)

2.3.1 Pengertian *Zero Carbon Buildings* (ZCB)²⁰

Definisi *Zero Carbon* didasarkan pada kemampuan suatu bangunan untuk benar-benar bebas emisi karbon. Suatu bangunan harus mampu menciptakan kondisi bebas emisi karbon (nol karbon selama satu tahun) untuk semua kebutuhan energinya, yang digunakan untuk pemanas ruangan, pendingin, pengkondisian udara, dan pemanas air, dan terutama peralatan elektronik.

Untuk menghindari keragu-raguan, maka istilah *Zero Carbon* merujuk hanya untuk emisi yang digunakan/ dihabiskan dan tidak termasuk wujud dari karbon itu sendiri.

Definisi pemerintah Inggris tentang *Zero Carbon* juga menyiratkan bahwa semua energi yang dieksploitasi harus bersifat mandiri (bangunan menghasilkan energi sendiri). Pengaplikasian *Zero Carbon* pada bangunan tunggal memiliki sisi buruk dari segi ekonomis, namun pemerintah Inggris menyarankan untuk menjual kembali energi listrik berlebih yang dihasilkan guna menekan biaya investasi.

Lebih lanjut, Royal Institute of British Architects (RIBA) telah membuat suatu kebijakan untuk pengurangan emisi karbon sebesar 80% dari total yang dihasilkan.

2.3.2 Arah dan Strategi Desain

ZCB memiliki 2 arahan dan strategi desain yang dapat diterapkan dalam merancang bangunan, antara lain:

- a. Optimalisasi pencahayaan dan penghawaan alami
- b. Pemanfaatan sumber energi terbarukan

A. Mengoptimalkan Pencahayaan dan Penghawaan Alami, dengan pertimbangan rancangan tata massa, tata ruang dan orientasi matahari, sehingga menurunkan penggunaan lampu penerangan di siang hari dan pemakaian AC (Air Conditioner).

²⁰ Royal Institute of British Architects. Building a greener future: Toward Zero Carbon Development. 2007

1) Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami diperoleh dengan masuknya sinar matahari ke dalam ruangan melalui jendela, celah-celah dan bagian-bagian bangunan yang terbuka. Cahaya matahari berguna untuk penerangan dan juga dapat mengurangi kelembaban ruang, mengusir nyamuk, membunuh kuman penyakit tertentu seperti TBC, influenza, penyakit mata dan lain-lain.²¹



Gambar 2.9. Pencahayaan Alami

Sumber: <http://www.pnpm-perkotaan.org/wartadetil.asp?mid=3049&catid=2&>.
Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Guna memperoleh jumlah cahaya matahari pada pagi hari secara optimal sebaiknya jendela kamar tidur menghadap ke timur dan luas jendela yang baik minimal mempunyai luas 10-20% dari luas lantai.

Beberapa contoh metode rancangan dengan pencahayaan alami, adalah sebagai berikut.

- Pemakaian atrium dengan kubah *Fiber-Reinforced Plastic* (FRP) pada arsitektur dasar dapat menghilangkan penggunaan cahaya listrik pada lintasan gedung-gedung tinggi.



Gambar 2.10. Atrium dengan Kubah FRP

Sumber: http://www.energyefficiencyasia.org/docs/ee_modules/indo/Chapter%20-%20Lighting%20%28Bahasa%20Indonesia%29.pdf.
Diunduh tanggal 29 Maret 2011

²¹ <http://www.pnpm-perkotaan.org/wartadetil.asp?mid=3049&catid=2&>. Diunduh pada tanggal 29 Maret 2011

- Memadukan kaca atap dengan bahan FRP ataupun Polikarbonat bersamaan dengan langit-langit transparan dan tembus cahaya dapat memberikan pencahayaan bagus yang bebas silau. Langit-langit juga akan memotong panas yang datang dari cahaya alami.



Gambar 2.11. Pencahayaan dengan Polikarbonat

Sumber: http://www.energyefficiencyasia.org/docs/ee_modules/indo/Chapter%20-%20Lighting%20%28Bahasa%20Indonesia%29.pdf. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Banyak faktor risiko di lingkungan kerja yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja salah satunya adalah pencahayaan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405 tahun 2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Berikut data standar pencahayaan di lingkungan kerja.

Tabel 2.1. Tingkat Pencahayaan Lingkungan Kerja

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (<i>LUX</i>)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus – menerus	100	Ruang penyimpanan & ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang berlanjut
Pekerjaan kasar dan terus – menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin &

		perakitan/penyusun
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan teksti, pekerjaan mesin halus & perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 Tidak menimbulkan bayangan	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 Tidak menimbulkan bayangan	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: KEPMENKES RI. No. 1405/MENKES/SK/XI/02

United Nations Environment Programme (UNEP) dalam Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia mengklasifikasikan kebutuhan tingkat pencahayaan ruang tergantung area kegiatannya, seperti berikut:

Tabel 2.2. Kebutuhan Pencahayaan Menurut Area Kegiatan

Keperluan	Pencahayaan (LUX)	Contoh Area Kegiatan
Pencahayaan Umum untuk ruangan dan area yang jarang digunakan dan/atau tugas-tugas atau visual	20	Layanan penerangan yang minimum dalam area sirkulasi luar ruangan, pertokoan didaerah terbuka, halaman tempat penyimpanan
	50	Tempat pejalan kaki & panggung
	70	Ruang boiler
	100	Halaman Trafo, ruangan tungku, dll.
	150	Area sirkulasi di industri, pertokoan dan ruang

sederhana		penyimpan.
Pencahayaannya umum untuk interior	200	Layanan penerangan yang minimum dalam tugas
	300	Meja & mesin kerja ukuran sedang, proses umum dalam industri kimia dan makanan, kegiatan membaca dan membuat arsip.
	450	Gantungan baju, pemeriksaan, kantor untuk menggambar, perakitan mesin dan bagian yang halus, pekerjaan warna, tugas menggambar kritis.
	1500	Pekerjaan mesin dan diatas meja yang sangat halus, perakitan mesin presisi kecil dan instrumen; komponen elektronik, pengukuran & pemeriksaan bagian kecil yang rumit (sebagian mungkin diberikan oleh tugas pencahayaan setempat)
Pencahayaan tambahan setempat untuk tugas visual yang tepat	3000	Pekerjaan berpresisi dan rinci sekali, misal instrumen yang sangat kecil, pembuatan jam tangan, pengukiran

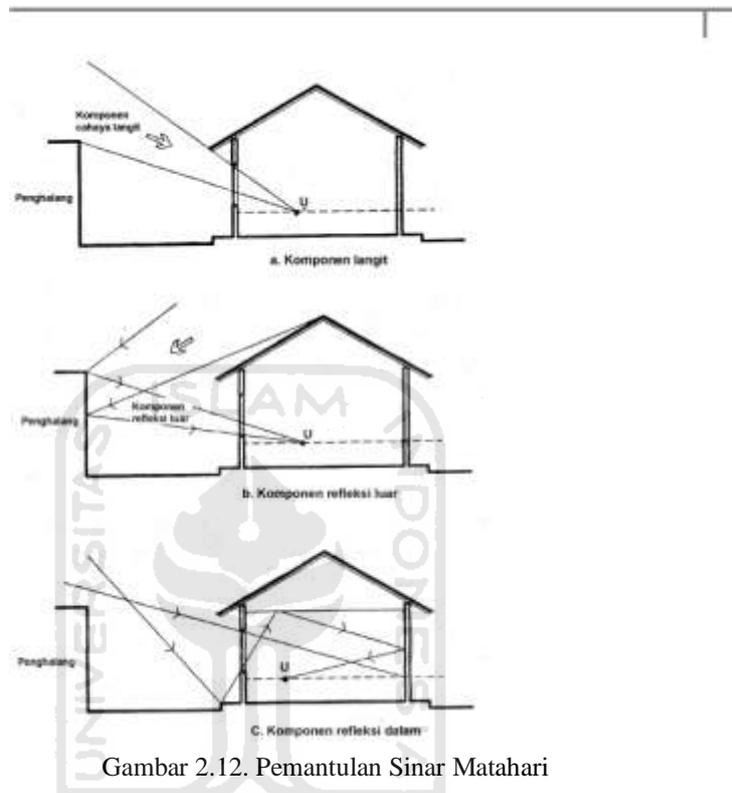
Sumber: www.energyefficiencyasia.org. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Dari table-tabel di atas, ditentukan bahwa untuk tingkat pencahayaan kantor sewa ini adalah berkisar antara 300 – 500 LUX.

- a) Pemantulan dan Pembayangan Matahari
- Pemantulan

Pencahayaan alami yang langsung berkaitan dengan sinar matahari dapat menyebabkan ketidak nyamanan terhadap pengguna bangunan

jika dalam pemanfaatannya tidak sesuai dengan kebutuhannya. Oleh karena itu, semaksimal mungkin kita harus dapat menghindari masuknya sinar matahari langsung ke dalam ruang bangunan kecuali



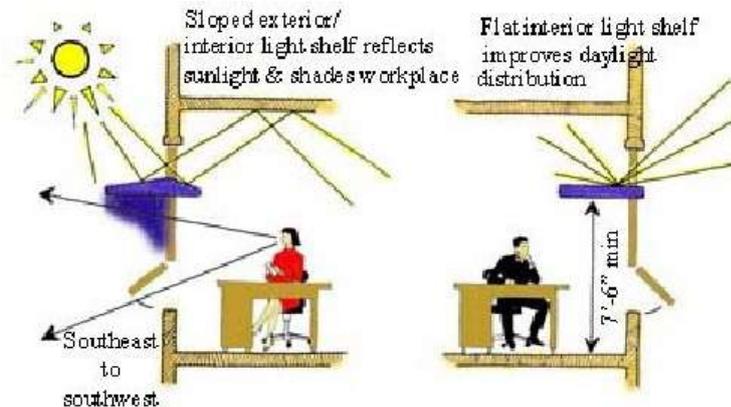
Gambar 2.12. Pemantulan Sinar Matahari

Sumber: <http://www.scribd.com/doc/14285453/Pembayangan-Matahari>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

untuk fungsi yang memang mengharuskan adanya sinar matahari langsung. Salah satu cara untuk menghindari masuknya sinar matahari langsung dengan tetap memasukkan cahaya ke dalam ruang adalah dengan pemantulan. Salah satu elemen yang berkaitan dengan sinar pantul adalah tanah .

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa sinar matahari yang mengenai halaman luar akan dipantulkan ke plafon yang kemudian dilanjutkan memantul pada bidang- bidang kerja di dalam ruang. Kesimpulan yang didapat dari kejadian tersebut adalah bahwa tanah atau material halaman lain dan bidang plafon merupakan dua hal yang berkaitan dalam pemecahan penerangan alami bangunan.

- Pembayangan



Gambar 2.13. Tiga Komponen cahaya langit yang sampai pada suatu titik di bidang kerja

Sumber: <http://www.scribd.com/doc/14285453/Pembayangan-Matahari>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

- Menciptakan Pembayangan Matahari²²

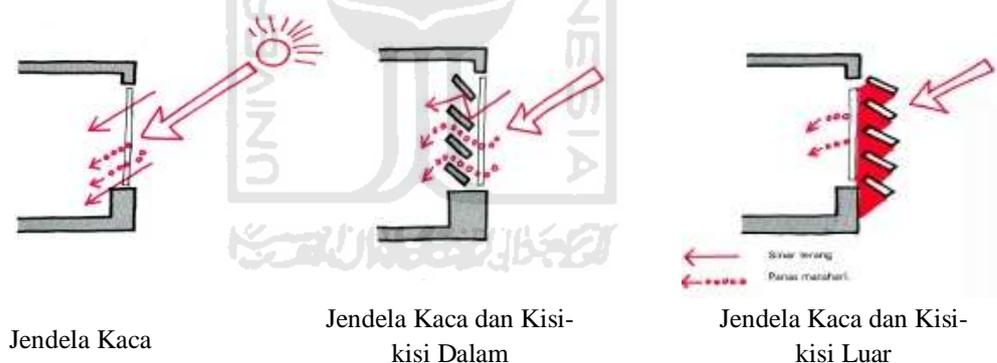
Dalam pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber pencahayaan, beberapa hal yang perlu disimak adalah :

- Sinar matahari disamping memberikan “terang” juga memberi “panas”. Dalam pemecahannya secara teknis harus diusahakan agar didapatkan terangnya secara maksimal, tetapi sekaligus menolak atau mengurangi panasnya.
- Sejauh mungkin menghindari cahaya langsung, dan mendapatkan sinar pantul/bias.
- Untuk mendapatkan cahaya pantul/bias, diupayakan meletakkan lubang/bukaan cahaya pada daerah bayang-bayang

Menciptakan tabir matahari akan merupakan salah satu kunci dari pengolahan dan permainan tampak bangunan dalam kaitannya dengan pemanfaatan sinar matahari sebagai sumber daya bagi pencahayaan bangunan.

²² <http://www.scribd.com/doc/14285453/Pembayangan-Matahari>

Pengaruh sinar langsung pada permukaan jendela kaca akan merambatkan panas ke dalam ruangan sebesar 80-90%. Pada situasi tersebut, selain mendapatkan cahaya terang dari matahari, sekaligus mendapatkan panas. Hal ini dapat dilakukan pada perancangan yang membutuhkan kondisi seperti itu. Selanjutnya, pemasangan kisi-kisi/tabir pada bagian dalam jendela, akan menurunkan perambatan panas ke dalam ruangan hingga 30-40%. Pada situasi tersebut, selain mendapatkan cahaya terang dengan sinar pantul, sekaligus menurunkan panas ruang. Pemasangan kisi-kisi/tabir pada bagian luar jendela, akan menurunkan perambatan panas ke dalam ruangan hingga 5-10%. Pada situasi tersebut, selain mendapatkan cahaya terang dengan sinar pantul, sekaligus menurunkan panas ruang.



Gambar 2.14. Pengaruh Sinar Langsung pada Permukaan Jendela Kaca

Sumber: <httpwww.scribd.comdoc14285453Pembayangan-Matahari>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

2) Penghindaran Panas

▪ Vegetasi

Dalam usaha mencapai kondisi ruang yang nyaman dengan menghindari panas radiasi sinar matahari, vegetasi memiliki peran sebagai pengontrol radiasi sinar matahari, angin, kelembaban dan temperatur.

Dampak keberadaan vegetasi di sekeliling bangunan terhadap iklim (Givoni, 1998) antara lain adalah sebagai berikut:

- Mereduksi solar heat gain dengan efek pembayaran (untuk pohon dengan canopy tinggi). - Sebagai insulasi (vegetasi berupa semak tinggi disamping dinding).
- Mereduksi pantulan radiasi sinar matahari (vegetasi berupa 'groundcover').
- Menurunkan ambient temperature di sekeliling kondensor AC
- Mereduksi kecepatan angin di sekeliling bangunan.

Dari poin- poin di atas dapat disimpulkan bahwa vegetasi memiliki manfaat besar dalam penghindaran panas, baik secara langsung yang berhubungan dengan radiasi matahari maupun secara tidak langsung yaitu dengan mengontrol peningkatan suhu udara maupun yang berhubungan dengan angin.

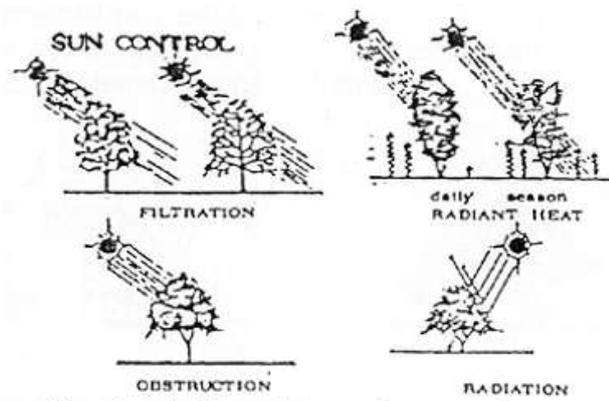
Beberapa prinsip pemilihan vegetasi berkaitan dengan efisiensi energi menurut McClenon (1979) adalah sebagai berikut:

- a. Pepohonan besar / kecil dan semak dapat digunakan untuk menyaring aliran angin yang tidak diinginkan, cemara (conifer) dapat digunakan untuk mengarahkan angin.
- b. Pepohonan dapat digunakan sebagai saluran angin (channel wind), untuk meningkatkan ventilasi di area tertentu.
- c. Vegetasi dapat mereduksi akumulasi salju di permukaan tanah, atau sebagai perisai radiasi sinar matahari.
- d. Vegetasi khususnya dengan daun khususnya jarum, dapat digunakan untuk menangkap kabut, serta dapat meningkatkan pencapaian sinar matahari pada permukaan tanah.

- e. Pepohonan yang berdaun rontok dapat menyaring *direct sunlight* selama musim panas, sehingga mereduksi beban pendinginan (*cooling load*) bangunan. Sebaliknya pada musim dingin, menyaring sinar sehingga mereduksi beban pemanasan (*heating load*) pada bangunan.
- f. Area hijau dapat menjadi lebih dingin pada siang hari, dan biasanya sedikit melepas panas pada malam hari.

Mohammad Pranoto S (2008), Dua hal penting tentang efek lansekap berkaitan dengan radiasi matahari pada bangunan yaitu karakteristik elemen: ukuran, kapasitas penyimpanan panas dan lokasi – orientasi. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan perletakan vegetasi pada desain bangunan di suatu site dalam konteks efisiensi energi, yaitu: kapan saat terjadi pembayangan dan dimana pembayangan itu diperlukan. Bila pertimbangan diatas diabaikan, maka desain yang dihasilkan dapat menjadi lebih besar dalam penggunaan energinya. Masih berdasarkan tulisannya, Mohammad Pranoto menjelaskan bahwa pada dasarnya peran vegetasi dalam kontrol radiasi ini adalah pantulan dengan :

- Mengendalikan efek radiasi melalui filtrasi sinar radiasi (*direct radiation*).
- Kontrol permukaan tanah (*ground surface*).
- Kontrol re-radiasi.
- Menghalangi (*obstruction*).



Gambar 2.15. Fungsi Kontrol Vegetasi

Sumber : Mc. Clenon, 1979

- Selubung Bangunan

Fungsi sebagai bangunan hemat energi akan menuntut untuk memaksimalkan masuknya cahaya dalam bangunan. Di sisi lain, juga harus memikirkan penyelesaian masalah terhadap radiasi matahari yang akan dihadapi saat memasukkan cahaya dengan tetap mempertahankan unsur estetika. Di bawah ini akan dibahas beberapa alternatif yang dapat dipakai untuk membantu pendinginan di dalam bangunan:

- a. Vegetasi pada dinding bangunan

Pada dinding bangunan, vegetasi dapat dimanfaatkan dengan *vertical planting*,

Menurut Mohammad PranotoS (2008), fungsi penggunaan *vertical planting* pada selubung bangunan, antara lain:

- Memberi pembayangan pada bukaan pencahayaan di sepanjang selubung bangunan
- Memelihara kualitas udara (fresh and clear air) di sekitar bangunan, vegetasi tersebut dapat menyerap CO, CO₂ dan gas polutan lain, serta melepas O₂
- Desain *vertical planting* yang menerus sampai pada permukaan tanah dapat difungsikan untuk aliran air hujan, menjamin kelestarian siklus air hujan untuk kembali ke tanah di malam hari
- Menjaga kelembaban udara di sekitar bangunan dengan *precipitasi*.
- Sebagai filter bagi aliran angin yang akan masuk ke dalam bangunan melalui pembukaan penghawaan.

- b. Vegetasi pada atap bangunan

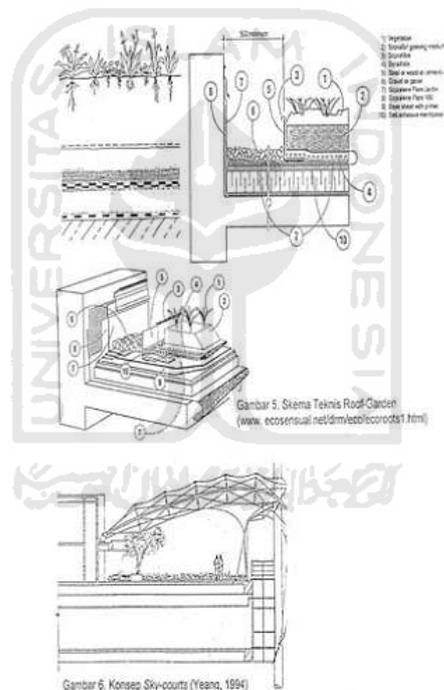
Selain sebagai *vertical planting*, vegetasi juga dapat dimanfaatkan pada atap bangunan, yaitu atap yang didesain sebagai *roof garden*.

Fungsi penggunaan *roof garden* pada Mohammad PranotoS (2008) bangunan antara lain:

- Mereduksi panas akibat radiasi matahari dengan penambahan elemen vegetasi, yang memberi pembayangan pada permukaan atap,

juga secara langsung berfungsi sebagai lapisan (layer) yang dapat mereduksi solar heat gain.

- Memanfaatkan area atap sebagai ruang terbuka hijau. Pada beberapa disain dimungkinkan adanya aktifitas yang dapat ditampung di roof garden.
- Memelihara kualitas udara (fresh and clear air) di sekitar bangunan, vegetasi tersebut dapat menyerap CO, CO₂ dan gas polutan lain, serta melepas O₂ di malam hari.
- Menjaga kelembaban udara di sekitar bangunan dengan presipitasi.



Gambar 2.16 Skema Roof Garden dan Skycourts

Sumber: www.ecosensual.net Yeang, 1994

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wong (2003), penggunaan roof-top garden di daerah tropis (Singapura), terbukti dapat menghemat konsumsi energi bangunan sekitar 0.6 – 14.5 % per tahun. Penelitian ini dilakukan dengan dua macam jenis vegetasi, yaitu semak dan pohon. Hasil penelitian tersebut membuktikan

bahwa vegetasi yang potensial untuk diaplikasikan pada roof garden adalah jenis semak.

c. Pemanfaatan teritis pada bangunan

Sinar matahari yang baik untuk dimasukkan ke dalam bangunan adalah sinar pada jam 08.00 - 09.00, di luar jam itu, matahari akan memancarkan sinar ultra violet yang tidak hanya merusak warna perabotan tetapi juga memanaskan ruangan. Untuk itu pemakaian teritis akan dapat membantu menghalangi sinar ultra violet langsung yang dipancarkan matahari.

d. Tabir Air sebagai filter radiasi matahari pada bangunan



Gambar Pavilion Inggris pada Expo 1992 di Seville Spanyol

Bangunan di atas merupakan contoh bangunan yang menggunakan tabir air pada dinding timur bangunan sebagai filter radiasi matahari pagi tanpa menghilangkan sama sekali pencahayaan yang masuk disamping berfungsi sebagai pendingin bangunan. Penggunaan tabir yang mengalir di seluruh dinding kaca ini dapat menurunkan suhu di dalam bangunan sebesar 10°C .

e. Sunscreen pada bukaan bangunan

Sunscreen dalam pemanfaatannya sebagai penahan masuknya sinar dan panas matahari tetapi tidak menghalangi aliran udara maka harus diletakkan pada bagian yang tepat. Pada biasanya beberapa sentimeter di depan jendela.

f. Material selubung bangunan

Setiap material memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Ada beberapa material yang sebaiknya dihindari untuk selubung bangunan maupun eksterior karena dapat menambah panas suhu udara dalam bangunan. Berikut tabel pemantulan dan penyerapan terhadap bahan bangunan.

Tabel 2.3. Penyerapan dan pemantulan terhadap bahan permukaan

Bahan dan keadaan permukaan		Penyerapan	Pemantulan
Lingkungan alam	Rumput	80%	20%
	Tanah, lading	70-85%	30-15%
	Pasir perak	70-90%	30-10%
Dinding kayu	Warna muda	40-60%	60-40%
	Warna tua	85%	15%
Dinding Batu	Marmer	40-50%	60-50%
	Batu bata merah	60-75%	40-25%
	Beton exposed	60-70%	40-30%
Lapisan atap	Semen berserat	60-80%	40-20%
	Genting flam	60-75%	40-25%
	Genting beton	50-70%	50-30%
	Seng gelombang	65-90%	35-10%
	Seng Aluminium	10-60%	90-40%
Lapisan Cat	Kapur putih	10-20%	90-80%
	Kuning	50%	50%
	Merah muda	65-75%	32-25%
	Hijau muda	50-60%	50-40%
	Aspal Hitam	85-95%	15-5%

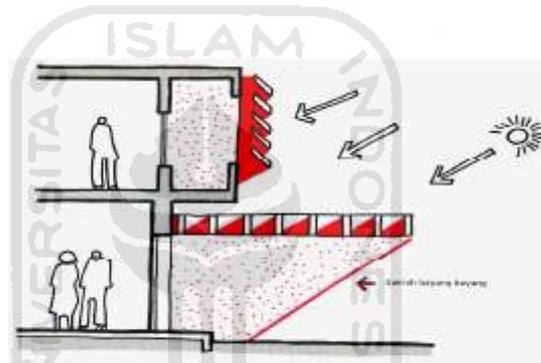
Sumber Heinz Frick, 1998

Sebagai bangunan yang orientasinya pada penghematan energi, maka aplikasi vegetasi pada bangunan cukup efektif sebagai usaha mencapai target 'nol karbon'. Alternatif ini akan diaplikasikan pada bangunan sebagai satu dari sekian cara penghindaran panas pada selubung bangunan.

Tabir air dan pemilihan material juga akan direncanakan dan dikembangkan dari segi selubung bangunan. Berbagai kelebihanannya, dipadukan dengan alternative desain, akan membantu memberikan kenyamanan dalam beraktifitas di dalam bangunan.

3) Penghawaan Alami

Penghawaan ruangan berperan penting dalam menilai tingkat kenyamanan suatu ruangan. Ruang yang panas akan membuat tubuh mengalami metabolisme yang mengakibatkan tubuh mengeluarkan keringat untuk menjaga stabilitas suhu tubuh internal. Ditunjang dengan aliran udara, maka proses penguapan keringat ini akan membantu menurunkan suhu tubuh permukaan kulit. Sebaliknya, bila udara ruangan terlalu dingin, maka tubuh akan beradaptasi dengan menaikkan suhu agar suhu internal tubuh bisa mencapai suhu standar kenyamanan tubuh, yaitu kisaran 37 derajat Celcius.



Gambar 2.17. Ilustrasi Penciptaan Daerah Bayang-bayang Matahari dengan Pemasangan Pergola/ Leuvel dan Tabir Pelindung Matahari

Sumber: <http://www.scribd.com/doc/14285453/Pembayangan-Matahari>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

²⁹ <http://probohindarto.wordpress.com/page/2/>. Diunduh pada tanggal 29 Maret 2011

Tabel 2.4. Standar Kecepatan Angin dan Pengaruhnya atas Kenyamanan

Kecepatan angin bergerak	Pengaruh atas kenyamanan	efek penyegaran (pada suhu 30°C)
< 0.25 m/detik	tidak dapat dirasakan	0°C
0.25–0.5 m/detik	paling nyaman	0.5–0.7°C
0.5–1 m/detik	masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1.0–1.2°C
1–1.5 m/detik	kecepatan maksimal	1.7–2.2°C
1.5–2 m/detik	kurang nyaman, berangin	2.0–3.3°C
>2 m/detik	kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2.3–4.2°C

Sumber: Frick, Heinz. 2004. *Ilmu Fisika Bangunan*.

Kecepatan angin berpengaruh pada kenyamanan pada kulit tubuh manusia. Berdasarkan tabel diatas, kecepatan angin yang bergerak paling nyaman adalah sekitar **0,25-0,5 m/detik dengan suhu 30⁰ Celsius**.



Gambar 4.10
Keseimbangan termal dalam ruang⁴⁶

- | | |
|---|---|
| E_s radiasi gelombang panjang | Q_m perpindahan kalor pada suhu luar $T_{e(l)}$ |
| ϕ_{cv} konveksi antara permukaan ruang dan udara | V volume (isi ruang) |
| ϕ_{pc} konveksi penghuni dan peralatan | T_a suhu dalam ruang |
| ϕ_{ci} konveksi melalui dinding | T_{si} suhu permukaan bidang yang membatasi ruang |

Gambar 2.18. Pergerakan Udara dan Panas yang Terjadi dalam Sebuah Ruang Kerja

Sumber: Frick, Heinz. 2004. *Ilmu Fisika Bangunan*.

Dengan mempelajari sifat pergerakan udara dan panas dalam sebuah ruang kerja, maka akan diketahui bahwa untuk menciptakan penghawaan yang baik, bila tidak menggunakan AC, cara terbaik adalah dengan menyediakan bukaan yang cukup dengan ventilasi silang.

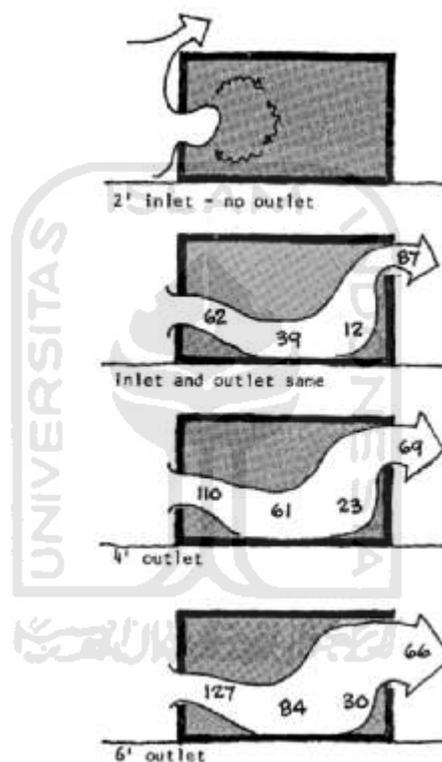
Ventilasi yang baik dalam ruangan harus mempunyai syarat lainnya, di antaranya:²³

- Luas lubang ventilasi tetap, minimum 5% dari luas lantai ruangan. Sedangkan luas lubang ventilasi insidental (dapat dibuka dan ditutup) minimum 5%. Jumlah keduanya menjadi 10% dikali luas lantai ruangan. Ukuran luas ini diatur sedemikian rupa sehingga udara yang masuk tidak terlalu deras dan tidak terlalu sedikit.
- Udara yang masuk harus udara bersih, tidak dicemari oleh asap dari sampah atau dari pabrik, dari knalpot kendaraan, debu dan lain-lain.
- Aliran udara diusahakan ventilasi silang dengan menempatkan lubang hawa berhadapan antara 2 dinding ruangan. Aliran udara ini jangan sampai terhalang oleh barang-barang besar misalnya almari, dinding sekat dan lain-lain.
- Posisi bukaan memungkinkan terjadinya ventilasi silang (*cross ventilation*), maksudnya ruang-ruang dalam bangunan memiliki jendela *inlet* (jendela yang memasukkan udara) dan jendela *outlet* (jendela yang mengeluarkan udara), terletak pada arah yang berlawanan dan tidak ada sekat diantara bidang tersebut.

²³ <http://www.pnpm-perkotaan.org/wartadetil.asp?mid=3049&catid=2&>. Diunduh pada tanggal 29 Maret 2011

g. Ventilasi silang

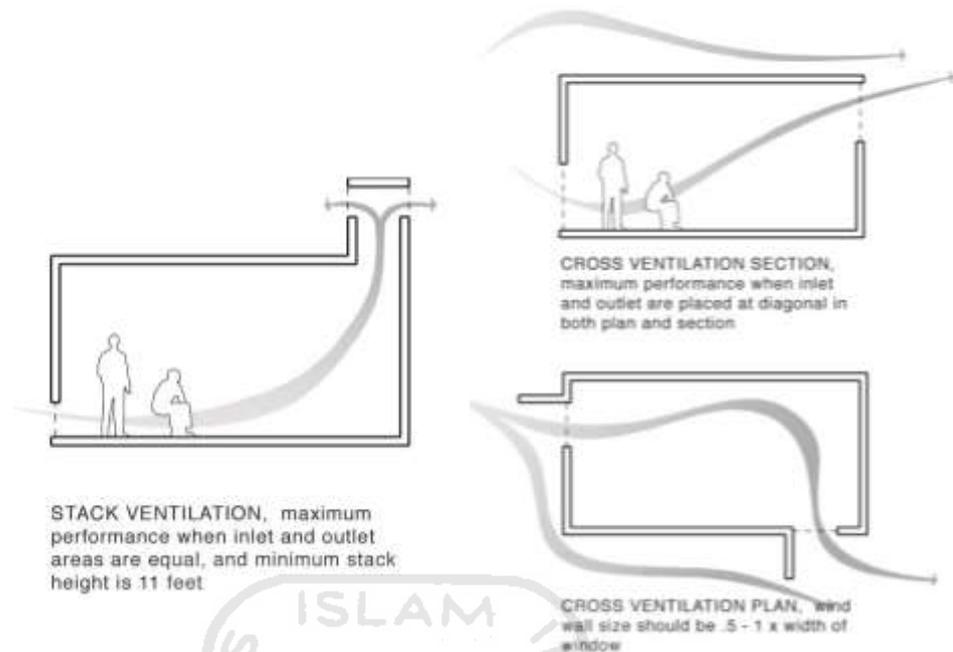
Posisi dan ukuran bukaan secara signifikan mempengaruhi penghawaan suatu ruangan. Penting untuk selalu menempatkan posisi bukaan inlet pada ketinggian 60cm-150cm (aktivitas berdiri maupun duduk manusia), agar udara dapat mengalir di sekitar manusia tersebut, sedangkan bukaan outlet diletakkan lebih tinggi agar terjadi aliran udara.



Gambar 2.19. Perbedaan Ketinggian dan Ukuran Bukaan Mempengaruhi Kecepatan Aliran Udara

Sumber: Frick, Heinz. 2004. *Ilmu Fisika Bangunan*.

Dari beberapa kemungkinan perbandingan besaran antara *inlet* dan *outlet* di atas, maka didapat fakta bahwa semakin besar *outlet* daripada *inlet*, maka aliran udara dalam suatu ruangan akan lebih bagus. Namun, hal ini juga akan berimbas pada kebutuhan akan dinding ruangan yang semakin tinggi. Karena itulah, maka dipilih perbandingan *inlet* – *outlet* sebesar 2 : 1.



Gambar 2.20. Penghawaan alami

Sumber: <http://utzero.utk.edu/SmartLab/ventilation.shtml>

h. Pergantian udara

Kualitas udara pada suatu bangunan ditentukan oleh laju aliran pertukaran udara (*ventilation flow rates*), yang dinyatakan dengan *air change per hour (ac)*. Perhitungan ini digunakan untuk menentukan besar bukaan.

Untuk menghitung laju aliran pertukaran udara dalam suatu ruangan, digunakan rumus:

$$Q = N \cdot V$$

Dimana:

Q = laju aliran pertukaran udara (m^3 / detik)

N = *Air change rates* (1/jam)

V = Volume of room (m^3)

Persamaan di bawah ini menunjukkan kuantitas gaya udara melalui ventilasi bukaan inlet oleh angin atau menentukan ukuran yang tepat dari bukaan untuk menghasilkan laju aliran udara :²⁴

$$Q = CV.A.V$$

dimana :

Q = laju aliran pertukaran udara (m³ / detik)

A = luas bebas dari bukaan inlet (m²)

V = kecepatan angin (m/detik)

CV = *effectiveness* dari bukaan (CV dianggap sama dengan 0,5 ~ 0,6 untuk angin yang tegak lurus dan 0,25 ~ 0,35 untuk angin yang diagonal).

Inlet sebaiknya langsung menghadap ke dalam angin yang kuat. Jika tidak ada tempat yang menguntungkan, aliran yang dihitung dengan persamaan tersebut akan berkurang, jika penempatannya kurang lazim, akan berkurang lagi.

Pencahayaan alami pada bangunan dapat dicapai dengan desain bukaan sehingga mampu menciptakan suasana yang tepat untuk pekerjaan kantor, yaitu dengan tingkat pencahayaan antara 300 – 500 Lux. Pencapaian ini salah satunya dapat dilakukan dengan pemilihan material-material bukaan dan selubung bangunan, misalnya memadukan *aluminium composite panel* yang dapat menyerap panas namun cahaya tetap tembus, dengan kaca yang dapat ditembus cahaya namun mengurangi silau.

Selain sebagai elemen pembantu pencahayaan alami pada bangunan, bukaan juga berperan penting dalam pengkondisian udara. Dalam kasus kantor sewa ini, maka wajib diberi ventilasi silang dengan perbandingan inlet – outlet sebesar 2:1, dengan posisi secara diagonal agar bekerja lebih maksimal.

²⁴ <http://banian-banian.blogspot.com/2011/05/ventilasi-perkantoran.html>. diunduh tanggal 18 Juli 2011.

B. Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan

Energi terbarukan mendapatkan energi dari aliran energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, energi panas bumi, angin, air, panas bumi dan biomassa.

1) Energi Surya

Terkait dengan energi surya, sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut:

Tabel 2.5. Radiasi Penyinaran Matahari di Wilayah Indonesia

WILAYAH	POTENSI RADIASI	VARIASI BULANAN
Kawasan Barat Indonesia (KBI)	4,5 kWh / m ² per hari	10%
Kawasan Timur Indonesia (KTI)	5,1 kWh / m ² per hari	9%
Rata2 wilayah Indonesia	4,5 – 4,8 kWh / m ² / hari	9.5%

Sumber: <http://theindonesiannoor.com/index2.html>. Diunduh tanggal 28 Maret 2011.

Berdasarkan data di atas, maka potensi sinar matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%.

Ada bermacam-macam teknologi yang telah dikembangkan untuk mengambil manfaat energi surya.

1) Sistem Fotovoltaik

Sel surya bekerja dengan mengubah secara langsung sinar matahari menjadi listrik. Elektron-elektron di dalam bahan semikonduktor, bahan yang digunakan untuk menangkap sinar matahari, akan bergerak ketika

energi matahari dalam bentuk foton menabraknya. Energi matahari yang memaksa elektron berpindah, terjadi secara terus menerus, dan akibatnya terjadi pula produksi listrik yang kontinyu. Proses tersebut, yang mengubah sinar matahari (foton) menjadi listrik (tegangan), disebut dengan efek fotovoltaik.²⁵



Gambar 2.21. Panel Surya

Sumber:

<http://mcrianbzz.blogspot.com/2011/02/10-pembangkit-energi-yang-bisa.html>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

2) Pemanas Air Tenaga Surya

Cara kerja alat ini terbilang sederhana. Ada termos besar penampung air berkapasitas antara 180 – 600 L air. Ada panel lebar untuk menerima sinar matahari, juga pipa-pipa yang menyerap panas di sekitar panel. Air masuk disirkulasikan terus-menerus. Air panas dipasokkan ke dalam termos, sementara air dingin kembali ke panel. Air panas itu yang kemudian dihubungkan dengan pipa tahan panas ke kamar mandi, wastafel, atau kolam renang untuk dipergunakan pemilik rumah.

3) Sistem Konsentrator Surya

Ada tiga tipe utama sistem konsentrator surya, yaitu : parabolic, *dish/engine*, dan menara pembangkit.

Sistem parabolik memusatkan energi sinar matahari dengan menggunakan cermin panjang berbentuk U. cermin-cermin tersebut diatur mengarah sinar matahari dan memusatkan sinar matahari ke sebuah pipa berisi

²⁵ <http://www.pnpm-perkotaan.org/wartadetil.asp?mid=3049&catid=2&>. Diunduh pada tanggal 29 Maret 2011

minyak yang memanjang di tengah-tengah titik pusat parabolik tersebut. Minyak panas tersebut digunakan untuk mendidihkan air di generator uap konvensional dan menghasilkan listrik.

Sistem *dish/engine* menggunakan piringan cermin untuk mengumpulkan sinar matahari pada sebuah penerima yang berfungsi untuk menerima sinar matahari dan memindahkan panasnya ke cairan yang berada di dalam mesin. Panas yang terjadi mengakibatkan cairan di dalam mengembang dan menekan piston atau turbin dan menghasilkan energi mekanis. Energi mekanis tersebut kemudian digunakan untuk memutar generator ataupun alternator untuk menghasilkan listrik.

Sementara itu, menara pembangkit menggunakan cermin dalam jumlah yang besar dan ditempatkan di suatu lokasi yang luas untuk mengumpulkan sinar matahari dan memusatkannya ke bagian atas sebuah menara dimana sebuah penerima ditempatkan. Panas yang dihasilkan mencairkan garam yang kemudian mengalir untuk memanaskan air. Uap yang dihasilkan dari air panas digunakan untuk memutar generator uap konvensional. Garam cair bisa menyimpan panas dalam waktu yang lama. Artinya listrik bisa dihasilkan pada saat matahari telah terbenam atau pada saat langit sangat berawan.²⁶

4) Energi Angin

Angin terbentuk karena panas matahari yang tidak merata pada permukaan bumi. Dengan memanfaatkan energi kinetik dari angin, turbin angin bisa digerakkan untuk menghasilkan energi. Beberapa turbin mampu memproduksi tenaga 5 MW. Kecepatan angin sangat mempengaruhi energi yang dihasilkan Turbin tersebut paling tidak membutuhkan angin dalam kisaran 20 km / j, dan dalam praktek sangat sedikit wilayah yang memiliki angin yang bertiup terus menerus. Daerah yang memiliki kecepatan angin yang cukup biasanya adalah daerah pesisir atau daerah di ketinggian.

²⁶ <http://yefrichan.wordpress.com/tag/energi-surya/page/3/>. Diunduh pada tanggal 29 Maret 2011

5) Tenaga Air

Merupakan sumber tenaga terbarukan yang banyak digunakan. Pembangkit tenaga air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial dari dam atau air terjun, yang dengan bantuan turbin air diubah menjadi energi mekanik, dan kemudian diubah lagi menjadi energi listrik dengan bantuan generator.

6) Energi Panas Bumi

Energi ini didapat dengan cara daya panas bumi diekstrak melalui proses alami memberikan panas ke salah satu unit pembangkit listrik tenaga panas bumi.

7) Biomassa

Biomassa, dalam industri produksi energi, merujuk pada bahan biologis yang hidup atau baru mati yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar atau untuk produksi industrial.

Umumnya biomassa merujuk pada materi tumbuhan yang dipelihara untuk digunakan sebagai biofuel, tapi dapat juga mencakup materi tumbuhan atau hewan yang digunakan untuk produksi serat, bahan kimia, atau panas.

Biomassa dapat pula meliputi limbah terbiodegradasi yang dapat dibakar sebagai bahan bakar. Biomassa tidak mencakup materi organik yang telah tertransformasi oleh proses geologis menjadi zat seperti batu bara atau minyak bumi.

Ada berbagai macam sumber energi terbarukan yang siap dimanfaatkan. Berdasarkan fakta bahwa lokasi kantor ini berada di Indonesia yang terletak di sekitar garis khatulistiwa serta mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, maka sistem photovoltaic adalah teknologi yang paling tepat untuk diaplikasikan ke dalam bangunan kantor sewa ini.

2.4. Teknologi Sel Surya

Implementasi teknologi surya kedalam bangunan menimbulkan tantangan tantangan spesifik untuk memadukan aspek teknologi surya beserta peralatannya dengan aspek arsitektur yang melibatkan fisik bangunan dengan program kebutuhan ruang bagi penghuninya. Permasalahan teknis yang timbul adalah bagaimana panel kolektor itu mampu menangkap radiasi panas surya semaksimal mungkin dan sejauh mana posisi panel kolektor menjadi faktor dominan yang menentukan orientasi, konfigurasi ruang dan bentuk fasade bangunan. Dengan adanya penempatan panel-panel kolektor maupun modul PV sebagai faktor dominan penentu bentuk, menyebabkan adanya implikasi-implikasi disain arsitektur khusus yang sekaligus merupakan kriteria perancangan bagi penggunaan teknologi sel surya.²⁷

Beberapa kriteria perancangan arsitektur menggunakan teknologi sel surya:

2.4.1. Integrasi Sistem Surya pada Bangunan

Dalam peletakan panel surya pada bangunan, ada tiga pilihan, yaitu:

- 1) Panel surya diletakkan pada permukaan tanah



Gambar 2.22. Aplikasi Panel Surya di Permukaan Tanah

Sumber:

<http://energisurya.wordpress.com/2007/08/23/sel-surya-bagi-pemberdayaan-masyarakat-bagian-pertama/>.

Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Karena membutuhkan area yang cukup luas untuk mengaplikasikannya, cara ini tidak cocok diterapkan di perkotaan yang luasannya terbatas. Cara ini biasanya cocok dilakukan di area yang jauh dari kota dan merupakan area yang kosong. Cara ini lebih cocok diterapkan untuk sistem konsentrator surya.

²⁷ Amalia, Rizkia. Arsitektur Surya. 2007.

2) Panel surya diletakkan pada dinding bangunan



Gambar 2.23. Aplikasi Panel Surya di Dinding

Sumber:

<http://solarseeds.blogspot.com/2010/06/building-integrated-photovoltaics-bipv.html>. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Aplikasi pada dinding bangunan dapat berupa fasad, *shading*, ataupun *second wall*. Penerapan dengan cara ini kurang cocok di Indonesia yang arah sinar matahari berubah-ubah sepanjang hari. Jika ingin pun, maka harus menggunakan panel surya yang bisa bergerak otomatis menyesuaikan arah datang sinar matahari.

3) Panel surya diletakkan pada atap bangunan



Gambar 2.24. Aplikasi Panel Surya di Atap

Sumber:

http://www.marathonroof.com/?page_id=1715. Diunduh tanggal 29 Maret 2011

Selain sebagai penutup atap, pemasangan panel surya pada atap juga dapat menghemat lahan. Di daerah khatulistiwa, cara ini adalah cara yang paling tepat.

2.4.2. Orientasi Bangunan

Orientasi kolektor surya/modul fotovoltaik (PV) sangat kritis bagi arah hadap optimum kolektor terhadap radiasi matahari. Karena lintasan matahari terhadap bumi berbeda dari satu lokasi ke lokasi lainnya, sedangkan umumnya kolektor surya berkedudukan tetap, maka orientasi kolektor yang terpasang pada bangunan (bidang atap atau dinding) harus tepat untuk mengusahakan radiasi matahari maksimum.

- 1) Bagi lokasi dibelahan bumi utara, orientasi kolektor adalah arah selatan
- 2) Bagi lokasi dibelahan bumi selatan, orientasi kolektor adalah arah utara.
- 3) Bagi lokasi dikhatulistiwa (Indonesia), orientasi kolektor adalah arah barat-timur.

2.4.3. Sudut Kemiringan Kolektor

Sudut kemiringan kolektor mempengaruhi kinerja kolektor. Sudut kemiringan pada kolektor tetap (pada bidang atap atau dinding) perlu ditentukan dengan tepat untuk memaksimalkan intensitas matahari yang jatuh pada bidang kolektor serta mempertimbangkan aliran air hujan. Acuan sudut kemiringan kolektor bagi jalur khatulistiwa (Indonesia) adalah kurang lebih 30° .²⁸

2.4.4. Luas Bidang Kolektor

Luas bidang kolektor (atap/dinding) ditentukan oleh kebutuhan pemanasan/pendinginan, sistim kolektor yang akan dipakai, kondisi intensitas matahari setempat, tingkat kebutuhan energi yang dibutuhkan bagi sistim surya (100% sistem surya atau sebagai back-up system saja), voltage –ampere/jam, dsb. Sebagai acuan pra rancang dapat digunakan rule of thumb 50% dari luas ruang yang dilayani sistim kolektor surya (thermosyphoning) sampai 150% dari luas ruang yang dilayani sistem modul PV Komponen Sistem Surya.²⁹

²⁸ Priatman, Pusat Riset Energi Surya.

²⁹ Wright, Natural Solar Architecture

Sistem surya non elektrik (thermosyphoning) terdiri dari komponen komponen sistim yang harus di akomodasi dalam perancangan. Komponen komponen sistim itu meliputi Kolektor Surya, Reservoir/Gudang Penyimpan Panas, Distribusi, Transportasi, Energi Cadangan, Kontrol Elektronik. Arsitektur surya merupakan wadah dari sistim surya beserta dengan seluruh komponen pendukungnya.

Sistim surya elektrik, terdiri dari komponen komponen modul fotovoltaik (PV), kotak konektor (connector box), inverter untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak balik (AC).

2.4.5. Perhitungan Kebutuhan Solar Panel

Instalasi pembangkit listrik dengan tenaga surya membutuhkan perencanaan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah kebutuhan energi pada suatu bangunan.
- 2) Menentukan sistem dan jenis solar sel yang akan digunakan.
- 3) Rumus menghitung jumlah panel surya dan luas kebutuhan panel adalah:

$$\text{Jumlah Solar Panel} = \frac{\text{Daya}}{\text{Kapasitas PV} \times \text{Lama radiasi}}$$

$$\text{Luas Kebutuhan Panel} = \text{Jumlah Solar Panel} \times \text{Luas Dimensi PV}$$

Kantor sewa ini akan mengimplementasikan teknologi solar panel pada atap bangunannya, dan karena sitenya berada pada belahan selatan bumi, maka orientasi panel surya akan lebih maksimal jika menghadap ke utara. Berdasarkan kajian literatur, didapat sudut kemiringan kolektor solar panel adalah sebesar kurang-lebih 30^0 , namun agar lebih presisi, maka perhitungan sudut kemiringan kolektor akan dihitung dengan pertimbangan sudut jatuh matahari pada bangunan.

2.5. Studi Kasus

2.5.1. Perpustakaan UI



Gambar 2.25. Perpustakaan Indonesia dengan konsep ramah lingkungan

Sumber: <http://ismiy.wordpress.com/2010/10/20/bangunan-arsitektur-ramah-lingkungan-4/>

- Lokasi : Universitas Indonesia
- Luas bangunan : 30.000m² atau 3 hektar
- Jumlah lantai : 8 lantai

Proyek ini merupakan pengembangan dari perpustakaan pusat yang dibangun pada tahun 1986-1987, didanai oleh pemerintah dan industri dengan anggaran sekitar Rp100 miliar, yang dibangun di area seluas 3 hektar dengan 8 lantai, yang dirancang berdiri di atas lanskap bukit buatan dan terletak di depan Danau Kenanga yang ditumbuhi pepohonan besar berusia 30 tahun yang menambah keindahan bagi perpustakaan tersebut sehingga akan tercipta suasana yang lebih nyaman.

Bangunan perpustakaan yang akan menjadi ikonik atau landmark ini, mempunyai konsep sustainable building yang ramah lingkungan (*eco friendly*), bahwa kebutuhan energi menggunakan sumber energi terbarukan, yakni energi matahari (*solar energy*). Karena itulah nantinya di dalam gedung tidak diperbolehkan menggunakan plastik dalam bentuk apa pun. Nanti semua kebutuhan plastik akan

diganti dengan kertas atau bahan lain. Bangunan ini juga didesain bebas asap rokok, hemat listrik, air dan kertas.



Gambar 2.26. Site Plan

Sumber:

<http://ismiy.wordpress.com/2010/10/20/bangunan-arsitektur-ramah-lingkungan-4/>

Perpustakaan ini mampu menampung sekitar 10.000 orang pengunjung dalam waktu bersamaan atau sekitar 20.000 orang per hari. Koleksi buku di dalamnya akan menampung 3-5 juta judul buku. Sistem IT mutakhir juga akan melengkapi perpustakaan tersebut sehingga memungkinkan pengunjung leluasa menikmati sumber informasi elektronik seperti e-book, e-journal dan lain-lain.

A. Konstruksi

- 1) Model bangunan menghadirkan bangunan masa depan dengan mengambil sisi danau sebagai orientasi perancangan. Penggunaan bukit buatan sebagai potensi pemanfaatan atap untuk fungsi penghijauan. Sedangkan pencahayaan alam dilakukan melalui beberapa skylight.
- 2) Di balik gundukan rerumputan hijau terdapat 5 bangunan tinggi yang menjulang hingga beberapa ratus meter berisikan ruangan-ruangan kosong yang disiapkan sebagai ruang utama perpustakaan UI.
- 3) Di punggung bukit bangunan di timbun tanah dan ditanami rerumputan yang berguna sebagai pendingin suhu ruangan yang ada didalamnya, hingga dapat mereduksi fungsi alat pendingin udara sampai 15 persen.
- 4) Di antara punggung rerumputan itu terdapat jaringan-jaringan selokan yang di sampingnya terdapat kaca tebal bening selebar 50 sentimeter. Selokan itu

untuk mengalirkan air hujan ke tanah resapan, sedangkan fungsi kaca sebagai sistem pencahayaan.

- 5) Interior bangunannya didesain terbuka dan menyambung antara satu ruang dan ruang yang lain melalui sistem void. Dengan begitu, penggunaan sirkulasi udara alam menjadi maksimal.
- 6) Penggunaan energi matahari dilakukan melalui solar cell yang dipasang di atap bangunan.
- 7) Guna memenuhi standar ramah lingkungan, bangunan juga dilengkapi sistem pengolahan limbah. Karena itu, air buangan toilet dapat digunakan untuk menyiram di punggung bangunan. Dengan diproses terlebih dahulu melalui pengolahan limbah atau sewage treatment plant (STP).
- 8) Terdiri delapan lantai,
 - a. Lantai dasar berisi pusat kegiatan dan bisnis mahasiswa yang terdiri toko buku, toko cenderamata, ruang internet, serta ruang musik dan TV. Ada juga restoran dan kafe, pusat kebugaran, ruang pertemuan, ruang pameran, dan bank.
 - b. Lantai 2 hingga 6 akan dilengkapi fasilitas seperti ruang tamu, ruang pelayanan umum dan koleksi, ruang baca, ruang teknologi informasi, serta unit pelayanan teknis.
 - c. Sedangkan di lantai 7 terdapat ruang sidang dan ruang diskusi. Gedung perpustakaan juga dilengkapi plaza dan ruang pertemuan yang menjorok ke danau.
- 9) Gedung akan menggunakan panel surya sebagai sumber energinya.
- 10) Keunikan yang lain, nanti akan terdapat berbagai huruf aksara dari seluruh dunia yang akan ditulis di kaca gedung sebagai dinding.

B. Finishing Bahan Bangunan

- 1) Interior menggunakan batu paliman palemo.
- 2) Eksterior bangunan tersebut menggunakan batu alam andesit.

Bahan bangunan dari batuan ini (batu alam andesit untuk eksterior dan batu paliman palemo untuk interior) bersifat bebas pemeliharaan (maintenance free) dan tidak perlu dicat. Batuan ini diperoleh dari Sukabumi.

Untuk melengkapi desain ramah lingkungan, sejumlah pohon besar berusia 30 tahunan berdiameter lebih dari 100 sentimeter sengaja tidak ditebang saat pembangunan gedung itu. Keindahan menjadi lengkap karena gedung itu mengeksplorasi secara maksimal keindahan tepi danau yang asri, sejuk, dan, teduh.

C. Kelebihan

- 1) Diarea seluas 3 hektar dengan 8 lantai, mampu menampung sekitar 10.000 orang pengunjung dalam waktu bersamaan atau sekitar 20.000 orang per hari. Dengan koleksi buku di dalamnya sebanyak 3-5 juta judul buku. Dan dilengkapi pula dengan sistem IT mutakhir sehingga memungkinkan pengunjung leluasa menikmati sumber informasi elektronik seperti e-book, e-journal dan lain-lain.
- 2) penggunaan sirkulasi udara alam maksimal, karena interior bangunannya didesain terbuka dan menyambung antara satu ruang dan ruang yang lain melalui sistem void.
- 3) Guna memenuhi standar ramah lingkungan, limbah air buangan toilet dapat digunakan untuk menyiram di punggung bangunan, dengan diproses terlebih dahulu melalui pengolahan.
- 4) Bahan matrial bangunan untuk eksterior dan interior dari batuan (batu alam andesit untuk eksterior dan batu paliman palemo untuk interior) bersifat bebas pemeliharaan (maintenance free) dan tidak perlu dicat. Sehingga dapat meminimalisir pengeluaran pembiayaan.
- 5) Adanya pendingin suhu ruangan yang alami, yang timbul dari, punggung bukit bangunan di timbun tanah dan ditanami rerumputan.
- 6) Terdapat system penerangan alami dari cahaya matahari yang di dapat dari tembusan cahaya yg datang menembus kaca yang terletak di antara punggung rerumputan.

D. Kekurangan

- 1) Memakan biaya yang cukup besar untuk membangun bangunan perpustakaan di area 3 hektar.

Walaupun dari kerugian biaya yang dikeluarkan cukup besar, namun dapat memberikan dampak atau pengaruh baik yang cukup besar pada lingkungan, karena biaya yang dikeluarkan hanya dalam proses pembangunan saja, tidak untuk perawatan bangunan setelah selesai, karena dampak atau keuntungan yang diperoleh sangat banyak, seperti tidak memerlukan lagi pendingin buatan (ac atau kipas angin) dan cahaya penerangan yang cukup, serta keuntungan-keuntungan lainnya.

2.6. Site

2.6.1. Lokasi Site

Site terpilih berada di Jl. Jenderal Sudirman, Sleman, Yogyakarta. Site ini dipilih karena sesuai dengan beberapa kriteria, antara lain:



Gambar 2.27. Site Terpilih

Sumber: google maps

- 1) Letak yang strategi. Berada di pusat komersial kota Yogyakarta, dikelilingi pusat perbelanjaan, rumah sakit, dan bank-bank. Tidak terlalu jauh dengan pusat kota, berada di tepi jalan besar, juga dapat diakses dengan kendaraan pribadi.
- 2) Tingkat kebisingan yang lumayan tinggi, pada bagian selatan yang dekat dengan jalan utama, namun relative tenang pada bagian utara.
- 3) tersedianya area hijau di sekitar site, membuat kondisi udara tidak terlalu tinggi polusinya.
- 4) Sarana infrastruktur yang memadai. Listrik, jaringan telepon, jalan, juga transportasi umum berupa halte bus.
- 5) Dengan kondisi bangunan sekitar yang didominasi bangunan bertingkat rendah di utara dan selatan site, maka potensi view dari site bisa dioptimalkan.
- 6) Berada di jalan Jenderal Sudirman, yang merupakan daerah yang diklasifikasikan sebagai daerah perkantoran dan jasa, dengan skala pelayanan regional dan lokal (RUTRK Yogyakarta, 2004).

2.6.2. Batasan Site

Site terpilih merupakan lahan kosong dengan kontur yang relatif datar dan luasan **1675 m²** yang belum dibangun, serta berbatasan dengan:

Timur : jalan kecil, dan Mal Galeria

Selatan: jalan Jend. Sudirman, dan RS. Bethesda

Barat : perumahan penduduk

Utara : perumahan penduduk



Gambar 2.28. Batasan Site

Sumber: google maps

2.6.3. Kondisi Site

Kondisi wilayah Sleman adalah sebagai berikut:³⁰

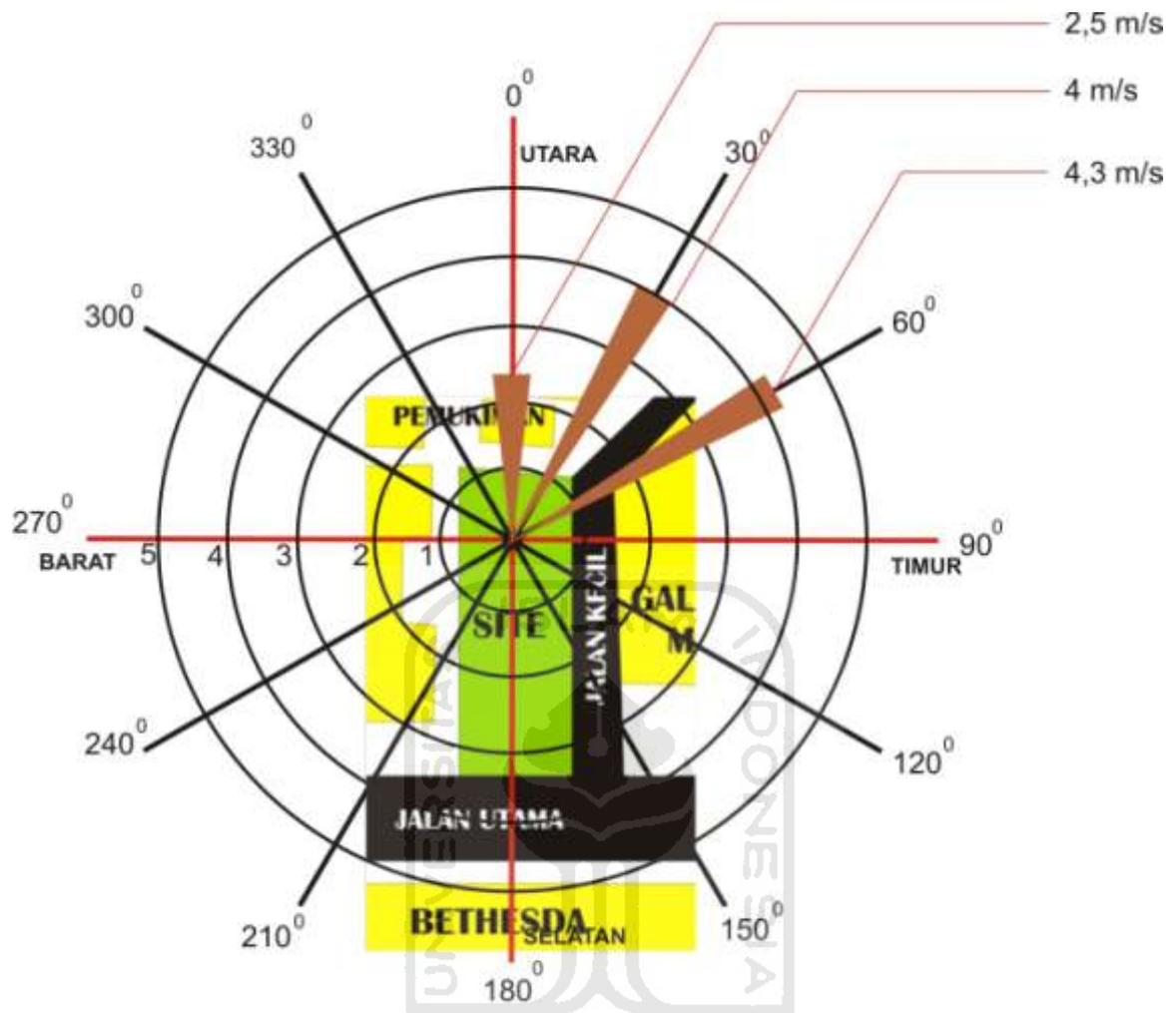
A. Kecepatan dan Arah Angin Rata-Rata Per Bulan

Tabel 2.6. Arah Angin, Kecepatan Angin, dan Rata-rata per Bulan di Wilayah Kabupaten Sleman

Sumber: Dinas Perhubungan Propinsi D.I. Yogyakarta

Bulan/ Months	Arah Angin/ Wind Direction (derajat/degree)	Kecepatan/ Velocity		Rata-rata/ Average
		Min./Min.	Max./ Max	
(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
1. Januari/ <i>January</i>	240	0	23	4
2. Pebruari/ <i>February</i>	210	0	20	3
3. Maret/ <i>March</i>	210	0	22	4
4. April/ <i>April</i>	240	0	24	4
5. Mei/ <i>May</i>	180	0	15	2
6. Juni/ <i>June</i>	180	0	15	3
7. Juli/ <i>July</i>	210	0	15	3
8. Agustus/ <i>August</i>	210	0	22	4
9. September/ <i>September</i>	210	0	25	5
10. Oktober/ <i>October</i>	210	0	29	5
11. November/ <i>November</i>	240	0	25	5
12. Desember/ <i>December</i>	210	0	25	4

³⁰ <http://bappeda.slemankab.go.id/downloads/Keadaan%20Geografis.pdf>. Diunduh tanggal 17 Juli 2011.



Gambar 2.29. Wind Rose

Sumber: pengamatan penulis

B. Tekanan dan Kelembaban Nisbi

Tabel 2.7. Tekanan dan Kelembaban Udara per Bulan

Bulan/ Months	Tekanan Udara/ Atmospheric Pressure			Kelembaban/Humidity		
	Min./Min. (mbs)	Maks./ Max. (mbs)	Rata-rata/ Average (mbs)	Minimum /Minimum (%)	Maksimum Maximum (%)	Rata-rata Average (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1. Januari/ January	1.007,6	1.012,4	1.009,2	58	97	87
2. Pebruari/ February	1.005,8	1.012,1	1.009,6	48	97	86
3. Maret/March	1.005,3	1.012,2	1.008,9	72	97	90
4. April/April	1.007,7	1.011,3	1.009,6	62	97	87
5. Mei/May	1.008,8	1.012,2	1.010,9	53	97	85
6. Juni/June	1.009,0	1.013,3	1.011,6	54	95	81
7. Juli/July	1.011,0	1.014,4	1.012,9	52	95	79
8. Agustus/ August	1.010,9	1.014,8	1.013,1	32	96	74
9. September/ September	1.011,6	1.015,7	1.013,8	30	95	73
10. Oktober/ October	1.011,4	1.017,2	1.013,7	30	91	72
11. November/ November	1.009,2	1.013,6	1.011,2	35	92	72
12. Desember/ December	1.007,2	1.012,0	1.009,7	49	95	83

Sumber: Dinas Perhubungan Propinsi D.I. Yogyakarta

C. Temperatur

Site berada di daerah Sleman selatan. Temperatur minimal kabupaten Sleman adalah $20,7^{\circ}\text{C}$, maksimal $34,7^{\circ}\text{C}$, dan rata-rata sebesar 26°C .

D. Curah Hujan

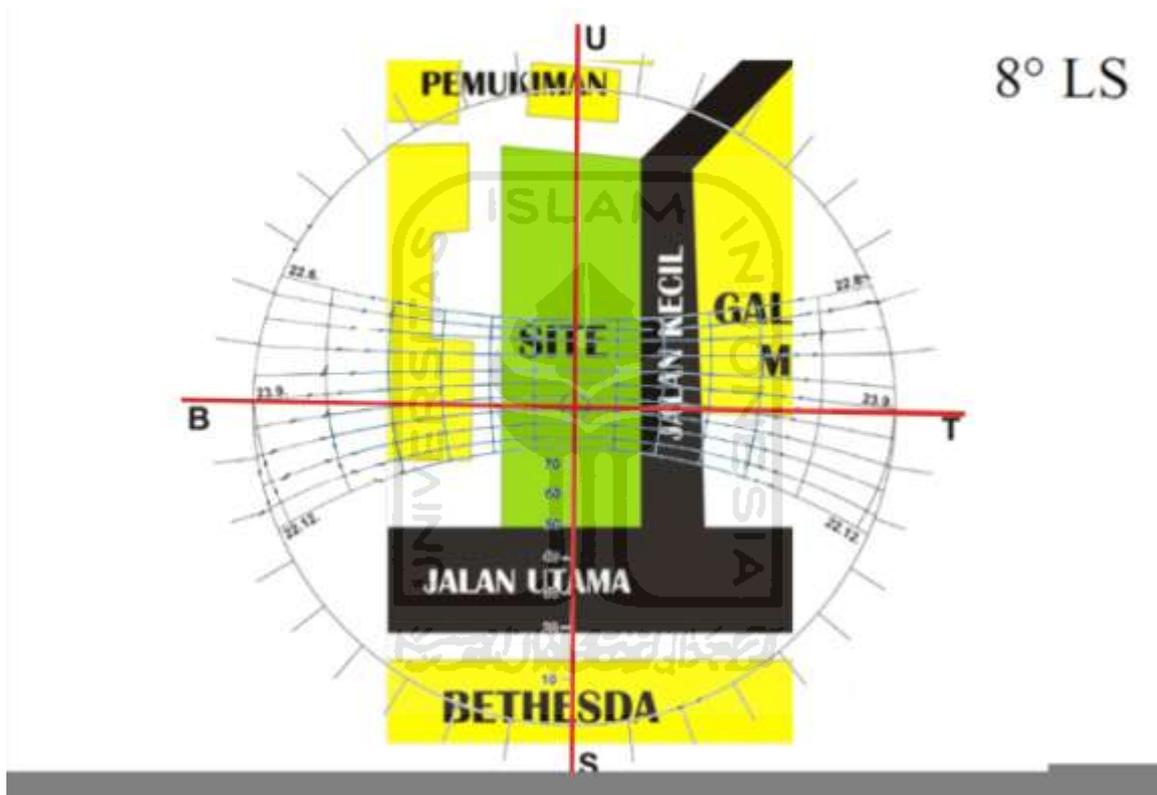
Hari hujan terbanyak dalam satu bulan adalah 24 hari. Rata-rata curah hujan tertinggi 13,0 mm, dan terendah adalah 0 mm.

E. Vegetasi

Site terpilih memiliki vegetasi yang didominasi semak belukar dan rumput. Pada bagian pedestrian ada vegetasi existing yang dominan yaitu pohon perindang angkana.

F. Matahari

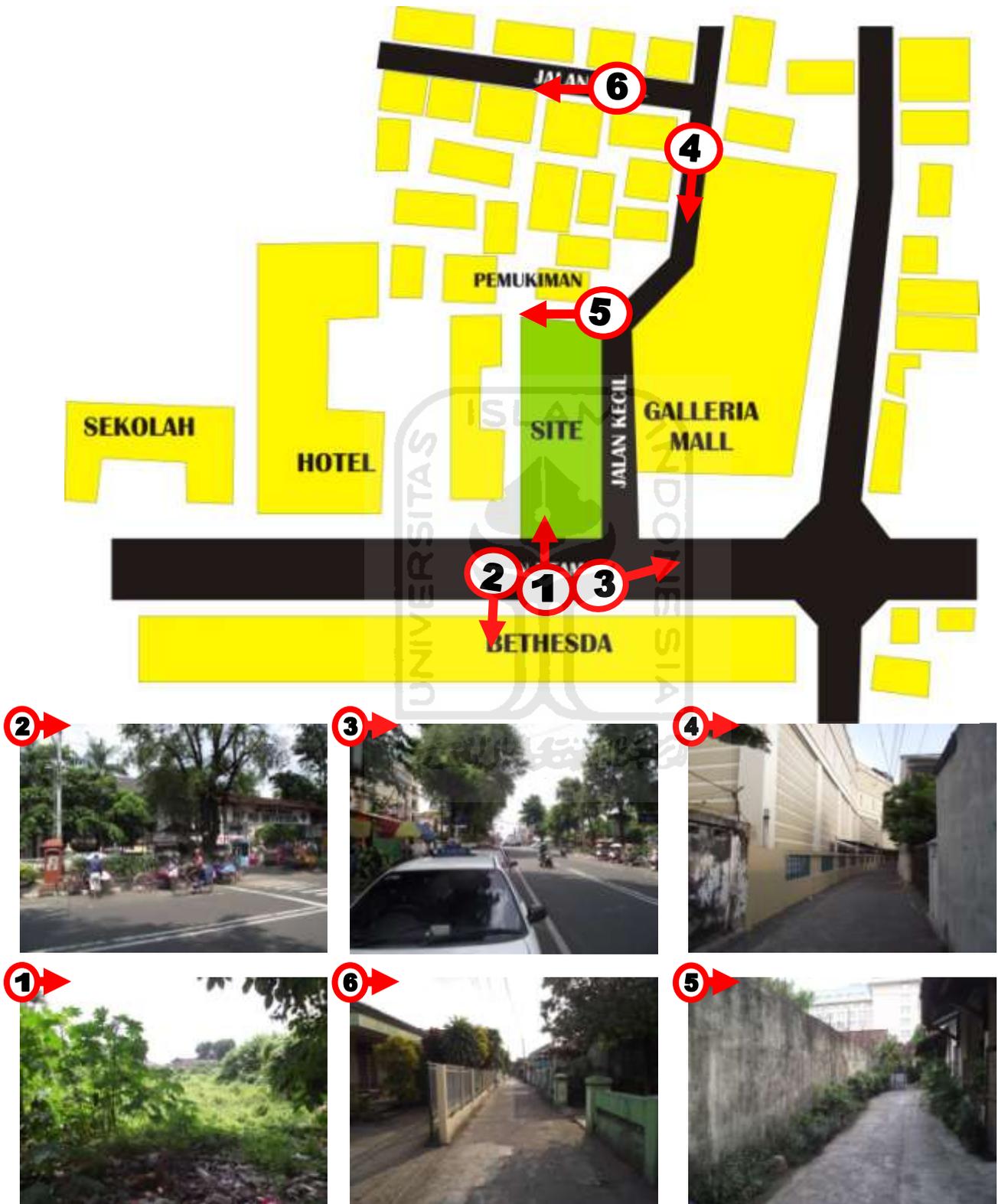
Yogyakarta berada pada $7^{\circ} 15' 24''$ LS dan $7^{\circ} 49' 26''$ LS, sehingga sudut jatuh matahari memiliki proporsi yang relatif berimbang dari utara dan selatan, serta timur dan barat. Berdasarkan BPPT, BMG, radiasi matahari di Yogyakarta adalah 4500 Wh/m^2 .



Gambar 2.30. Sun Chart

Sumber: pengamatan penulis

G. View dari dan ke Arah Site



Gambar 2.31. View Site

Sumber: pengamatan penulis

2.6.4. Identifikasi Masalah

Tabel 2.8. Identifikasi Masalah

Kajian	Kriteria	Variabel Arsitektural	Masalah-Masalah
Kantor Sewa	<ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi Kantor 	<ul style="list-style-type: none"> • Tata Ruang dan Sirkulasi • Bentuk ruang 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagaimana merancang tata ruang dan sirkulasi berdasarkan pengelompokan ruang, besaran dan bentuk pola ruang, dengan pertimbangan azas perencanaan ruang kantor?
Zero Carbon Building	<ul style="list-style-type: none"> • Pencahayaan alami • penghawaan alami • Pemanfaatan energi terbarukan yang bebas emisi karbon 	<ul style="list-style-type: none"> • Bukaan • Orientasi massa • Bentuk Massa • Aplikasi panel surya • Selubung • Perangkat Pembayangan dan pemantulan • optimalisasi radiasi matahari pada panel surya • Vegetasi • Zoning Site 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagaimana merancang tata massa, orientasi massa dan bentuk bangunan dengan memperhatikan aspek orientasi dan bentuk terhadap sudut jatuh matahari matahari sehingga dapat mengoptimalkan radiasi matahari untuk solar panel, mengurangi penyerapan panas pada bangunan dan sekaligus menangkap angin untuk penghawaan alami ruangan? • Bagaimana rancangan selubung bangunan dengan perangkat pembayangan yang dapat mengarahkan angin dan cahaya, dan juga dituntut untuk dapat mengurangi masuknya radiasi matahari berlebihan? • Bagaimana rancangan bukaan yang dapat mengalirkan angin dan cahaya matahari yang seoptimalnya ke dalam bangunan, agar mengurangi penggunaan pengkondisi udara dan pencahayaan buatan, tetapi tetap dalam batas standar kenyamanan ruangan? • Bagaimana memilih material yang dapat meminimalkan radiasi matahari, juga memaksimalkan pencahayaan alami sehingga

			<p>dapat membantu menciptakan kenyamanan thermal di dalam bangunan?</p> <ul style="list-style-type: none">• Bagaimana tata lansekap, termasuk vegetasi dan ground cover yang dapat membantu proses penghindaran panas sehingga lebih nyaman untuk beraktivitas, tetapi tetap memudahkan akses, dan tidak menutup view ke arah bangunan itu sendiri sehingga mengurangi daya tarik bangunan?
--	--	--	---

Sumber: Analisis Penulis



BAB III

PEMECAHAN MASALAH

3.1. Program Ruang

3.1.1. Analisis Kebutuhan Ruang

Berdasarkan kajian mengenai pengertian, kriteria, unsur, pola kegiatan serta fasilitas suatu kantor, maka diperoleh data mengenai ruang-ruang apa saja yang harus ada dan yang mendukung aktifitas kantor.

Tabel 3.1. Kebutuhan Ruang

No	Jenis Ruang	Kebutuhan Ruang
1	<i>Rental Work Spaces</i>	R. Direktur
		R. Kepala Bagian
		R. Sekretaris
		R. Staff
		R. Rapat
		R. Tunggu
2	<i>Support Spaces</i>	<i>Filing space</i>
		<i>Storage space</i>
		<i>Print and copy area</i>
		<i>Mail area</i>
		<i>Pantry area</i>
		<i>Break Area</i>
		<i>Locker area</i>
		<i>Smoking room</i>
		<i>Library</i>
		<i>Games room</i>
		Mushalla
		<i>Lavatory</i>

3	Circulation Services+Parking	<i>Lift Lobby</i>
		<i>Corridors</i>
		R. elevator
		R. Tangga darurat
		R. Parkir Indoors
4	Mechanical & Electrical Space	Ruang Genzet
		Ruang pompa
		Ruang Operator Sistem ME
		Air Conditioning
		Central Communication
		System(CCTV, Sound System, PABX)
5	Outdoors	Halaman parkir
		Drop off area
		Security
6	Roof	Panel surya
		Roof tank
		Antenna IT

Sumber: Analisis Penulis

3.1.2. Analisis Besaran Ruang

Berdasarkan kajian standar dan kebutuhan ruang dan kajian pola tata ruang, maka digunakanlah tiga modul tipe ruang sebagai usaha mencapai nilai efisiensi ruang. Tiga modul ini disimpulkan dari kajian terhadap standar kebutuhan ruang, standar ukuran tubuh manusia dan perabotan, serta tingkat kapasitas ruang. Tiga modul unit ruang tersebut antara lain adalah:

- **Area kecil**, dengan luas **13,5 m²**.
- **Area sedang**, dengan luas **78,6 m²**
- **Area besar**, dengan luas **195,9 m²**

A. Asumsi Perhitungan Total Luas Bangunan

- Luas site = 1675 m²
- Tinggi bangunan < 32 m dengan tinggi antar lantai adalah 3,5m.

- Koefisien dasar bangunan (KDB), yaitu nilai persen yang menyatakan perbandingan luas lahan yang boleh diolah/ dibangun dengan luas total lahan. Secara umum ada 3 kategori KDB yang diterapkan, antara lain:
 - Untuk area pusat bisnis yang padat, maka ditentukan KDB sebesar 60%-100%
 - Untuk area bisnis sedang, maka ditentukan KDB sebesar 40%-60%
 - Untuk area bisnis kecil, ditentukan KDB sebesar < 40%
 Dalam kasus kali ini, site berada di area pusat bisnis yang padat, sehingga KDB yang digunakan adalah antara 60%-100%.
- Koefisien lantai bangunan (KLB), yaitu nilai perbandingan antara luas total bangunan dengan luas lantai. Nilai KLB di area ini ditentukan sebesar 2 - 4.
- Kebutuhan parkir, didasarkan pada Peraturan Bupati Sleman no.18/PerBup/A/2005 tentang Tata Bangunan dan Lingkungan, ditentukan untuk bangunan perkantoran harus menyiapkan 1 unit area parkir mobil untuk setiap 100 m² luas bangunan dengan total 60 unit parkir yang harus disediakan.
- Perbandingan luas bangunan yang di sewa dengan total luasan bangunan adalah 60%. 40% area sisanya akan diasumsikan 15-25% area pendukung, dan 15-25% area sirkulasi.

Berdasarkan data di atas, maka:

1. Tapak bangunan = Luas site x KDB = 1675 m² x 70% = 1172,5 m²
2. Luas maksimal = Luas site x KLB = 1675 m² x 2 = **3350 m²**
3. Jumlah lantai ditentukan 6 lantai + 1 basement, sehingga tinggi bangunan adalah
 Basement = 1 x 3,5m = 21m, dan bangunan = 6x4m= 24m
 Dengan memperkirakan kemungkinan atap memiliki ruang untuk mesin lift, maka tinggi bangunan ditambah dengan 4m lg, sehingga **total tinggi bangunan adalah 24m + 4m = 28m**

4. Kebutuhan unit parkir mobil = $3350 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2 = 33,5 = 34$ unit
 Luas area parkir mobil = $34 \times 15 \text{ m}^2 = 510 \times 150\%$ (sirkulasi) = 765 m^2 .
 Kebutuhan unit parkir motor = $60 - 34 = 26$ unit.
 Luas area parkir motor = $26 \times 1,5 \text{ m}^2 = 39 \text{ m}^2 \times 150\%$ (sirkulasi)
 = $58,5 \text{ m}^2$
 Luas total area parkir = $765 \text{ m}^2 + 58,5 \text{ m}^2 = 823,5 \text{ m}^2$

Total Luas Bangunan ditambah area parkir adalah:
 $3350 \text{ m}^2 + 823,5 \text{ m}^2 = 4173,5 \text{ m}^2$.

B. Rental Work Space

Berdasarkan pemaparan di bukunya, Endi Marlina (2008) menegaskan bahwa untuk mencapai nilai efisiensi kantor sewa, minimal 60% dari luas total bangunan harus dapat disewakan. Maka dari itu, minimal luasan yang akan disewakan adalah $3350 \text{ m}^2 \times 60\% = 2010 \text{ m}^2$.

Adapun pembagian menurut pembagian modul tipe kantor sewa, unit usaha yang akan diwadahi adalah sebagai berikut.

- 1) Area kecil ($13,5 \text{ m}^2$), dialokasikan sebesar 10% dari total rental space, maka:
 $= (2010 \text{ m}^2 \times 10\%) / 13,5 \text{ m}^2$
 $= 201 \text{ m}^2 / 13,5 \text{ m}^2 = 14,88889$
 = **15 unit** (dibulatkan ke bawah)
- 2) Area sedang ($78,6 \text{ m}^2$), dialokasikan sebesar 25% dari total rental space, maka:
 $= (2010 \text{ m}^2 \times 25\%) / 78,6 \text{ m}^2$
 $= 502,5 \text{ m}^2 / 78,6 \text{ m}^2 = 6,39187$
 = **6 unit** (dibulatkan ke bawah)
- 3) Area besar ($195,9 \text{ m}^2$), dialokasikan sebesar 35% dari total rental space, maka:
 $= (2010 \text{ m}^2 \times 35\%) / 195,9 \text{ m}^2$
 $= 703,5 \text{ m}^2 / 195,9 \text{ m}^2 = 3,5656$
 = **4 unit** (dibulatkan ke bawah)

C. Support Space

Berdasarkan analisis di halaman sebelumnya, maka ruang-ruang penunjang dialokasikan sebesar 15% dari luas lantai, yaitu $3350 \text{ m}^2 \times 15\% = 502,5 \text{ m}^2$.

1. Ruang Pengelola

Kantor ini diasumsikan memiliki pengelola yang terdiri atas 1 orang direktur, 1 orang sekretaris, 3 orang pegawai administrasi, dan 3 orang pegawai marketing. Total 7 orang ini akan diatur dalam 3 ruang dengan tipe modul ruang kecil, sehingga total kebutuhan ruang pengelola adalah $3 \times 13,5 \text{ m}^2 = 40,5 \text{ m}^2$.

2. Ruang-ruang pendukung

Tabel 3.2. Kebutuhan Ruang- ruang Pendukung

Ruang	Acuan	Kapasitas Ruang	Standar (m^2/org)	Luas (m^2)
<i>Pantry area</i>	DA	14	1,5 m^2	21 m^2
<i>Break Area</i>	DA	14	1,5 m^2	21 m^2
<i>Smoking room</i>	As	12	1,5 m^2	18 m^2
<i>Games room</i>	As	Asumsi	18 m^2	18 m^2
Mushalla	DA	15	0,9 m^2	13,5 m^2
T. Wudhu	DA	10	1,5 m^2	15 m^2
<i>Lavatory</i>	As	12 x 10	1,2 m^2	144 m^2
Total Luas				255 m^2

Sumber : Analisis Penulis

3. Ruang-ruang Service

Tabel 3.3. Kebutuhan Ruang- ruang Service

Ruang	Acuan	Kapasitas Ruang	Standar (m^2/org)	Luas (m^2)
Security Area	DA	4	3,75 m^2	15 m^2
R. Office Boy	As	5	3,75 m^2	18 m^2
Loading Dock	As	Asumsi	24 m^2	24 m^2

Gudang	As	Asumsi	36 m ²	36 m ²
Total Luas				93 m²

Sumber : Analisis Penulis

4. Ruang-ruang Mekanikal Elektrikal

Tabel 3.4. Kebutuhan Ruang- ruang Mekanikal Elektrikal

Ruang	Acuan	Kapasitas Ruang	Standar	Luas (m ²)
R. Pekerja Teknis	As	5	3,75 m ²	18 m ²
R. AHU	As	Asumsi	40 m ²	40 m ²
R. Panel Utama	As	Asumsi	9 m ²	9 m ²
R. Pompa	As	Asumsi	24 m ²	24 m ²
Total Luas				91 m²

Sumber : Analisis Penulis

5. Area Atap

Tabel 3.5. Kebutuhan Area Atap

Ruang	Acuan	Kapasitas Ruang	Standar (m ² /org)	Luas (m ²)
R. Mesin lift	DA	2 unit elevator	4.50m x 5.10m	23 m ²
Jumlah				23 m²

Sumber : Analisis Penulis

Keterangan:

DA = Data Arsitek

As = Asumsi

Dari perhitungan di atas, bisa didapat luasan kebutuhan total bangunan.

Tabel 3.6. Kebutuhan Total Bangunan

No	Jenis Ruang	Luas Satuan	Jumlah Unit	Luas Area	Luas Total
1	<i>Rental Work Space (60%)</i>				2010 m ²
	Area Kecil	13,5 m ²	15 (14,88)	201 m ²	
	Area Sedang	78,6 m ²	10 (10,22)	804 m ²	
	Area Besar	195,9 m ²	5 (5,13)	1005 m ²	
2	<i>Support Spaces (15%)</i>				502,5 m ²
	Ruang Pengelola	-	-	40,5 m ²	
	Ruang Pendukung	-	-	255 m ²	
	Ruang Servis	-	-	93 m ²	
	Ruang Mekanikal	-	-	91 m ²	
	Elektrikal	-	-	23 m ²	
3	<i>Circulation Spaces (25%)</i>				837,5 m ²
	<i>Parking Area</i>				
4					823,5 m ²
Total					4173,5 m²

Sumber : Analisis Penulis

Dari perhitungan dan tabel di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa besaran ruang yang ditentukan, dapat mencapai target efisiensi ruang. Hal ini karena:

- Tata ruang dengan sistem modul unit ruang ini telah memenuhi kebutuhan akan standar ruang, standar ukuran manusia dan perabot, dan perbedaan kapasitas ruang.
- Telah memenuhi kebutuhan ruang untuk pihak pengelola, pengunjung, dan penyewa.

3.1.3. Analisis Persyaratan Fungsi Ruang

Terkait dengan efisiensi, fungsi ruang dikelompokkan berdasarkan 3 kriteria, yaitu posisi, fleksibilitas ruang, bentuk ruang.

A. Posisi Ruang

Ruang dikelompokkan berdasarkan tinggi rendahnya ungensi posisi ruang.

Tabel 3.7. Posisi Ruang

No	Kriteria	Fungsi Ruang
1	Tinggi	R. Kerja Besar
		R. Kerja Sedang
		R. Kerja Kecil
2	Sedang	R. Pengelola
		R. Pendukung
		R. Service
		R. ME
3	Rendah	Area parkir

Sumber : Analisis Penulis

B. Fleksibilitas Ruang

Tabel 3.8. Fleksibilitas Ruang

No	Kriteria	Fungsi Ruang
1	Sangat tinggi	R. Kerja Besar
		R. Kerja Sedang
		R. Kerja Kecil
		R. Pengelola
2	Tinggi	R. Pendukung
		R. Service
		R. ME
3	Tidak membutuhkan	Area parkir

Sumber : Analisis Penulis

C. Bentuk ruang

Pengelompokan berdasarkan bentuk adalah pengelompokan ruang berdasarkan seberapa besar pengaruh bentuk dan aktifitas di ruangan itu terhadap efisiensi penggunaan energi listrik untuk pencahayaan dan penghawaan buatan, sehingga membutuhkan perhatian lebih mendalam dalam mendesain bentuknya.

Tabel 3.9. Bentuk Ruang

No	Kriteria	Fungsi Ruang
1	Tinggi	R. Kerja Besar
		R. Kerja Sedang
		R. Kerja Kecil
		R. Pengelola
2	Sedang	R. ME
		R. Service
3	Rendah	Area parkir
		R. Pendukung

Sumber : Analisis Penulis

3.1.4. Analisis Hubungan Ruang

Analisis ini berisi tentang keterkaitan hubungan antara ruang satu dengan yang lain. Untuk mencapai nilai efisiensi, maka hubungan antar ruang satu dengan lainnya harus lah saling berdekatan, sehingga memungkinkan proses penyelesaian suatu pekerjaan dapat dilakukan sependek-pendeknya atau dengan waktu lebih efektif dan efisien.

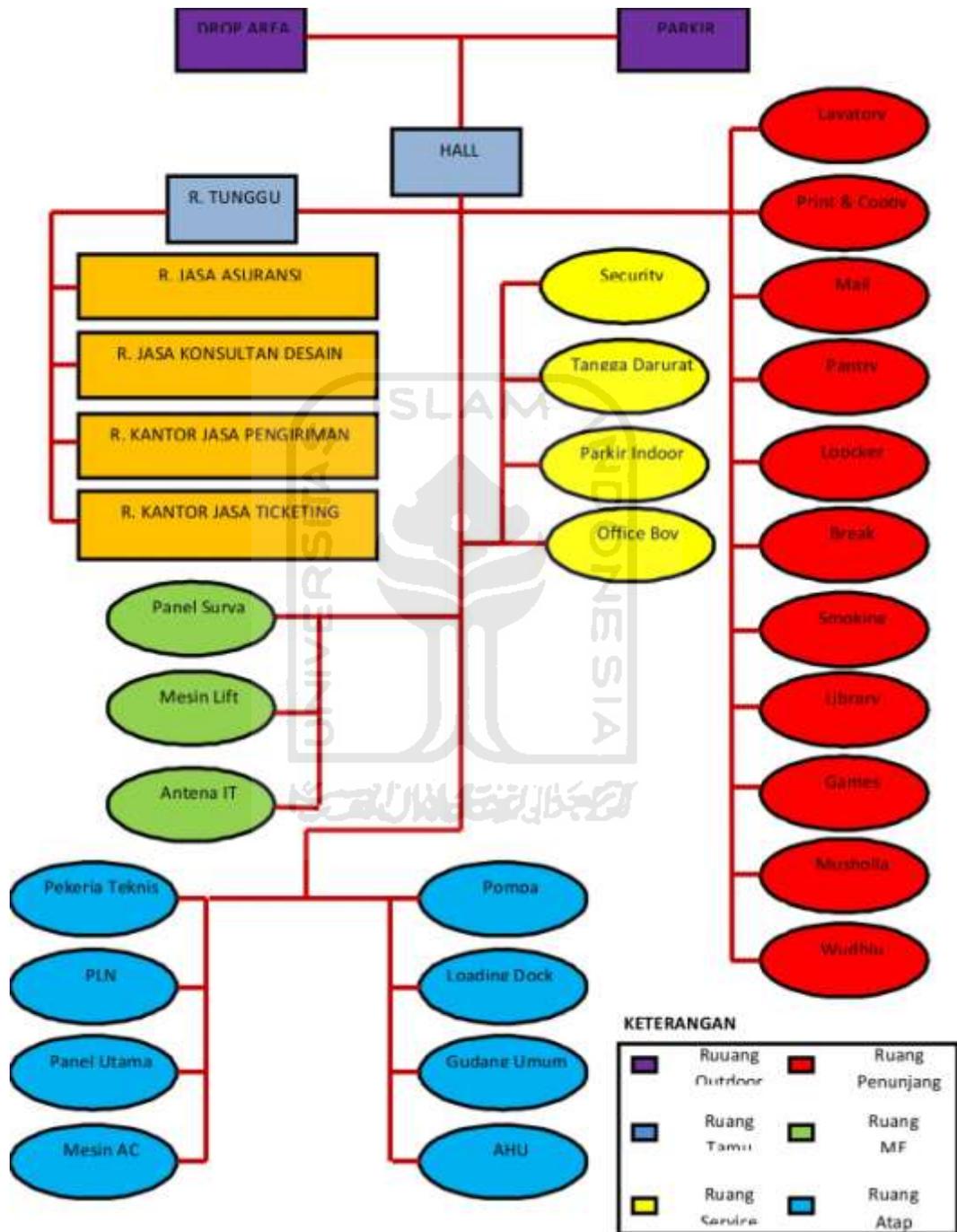
Tabel 3.10. Analisis Hubungan Ruang

Sumber : Analisis Penulis

	NO	RUANG
RENTAL WORK SPACE	1.	Kecil
	2.	Sedang
	3.	Besar
RUANG PENDUKUNG	4.	Pantry Area
	5.	Break Area
	6.	Smoking Room
	7.	Games Room
	8.	Musholla
	9.	Tempat Wudhlu
	10.	Lavatory
	11.	Security Area
RUANG SERVICE	12.	Ruang Office Boy
	13.	Loading Dock
	14.	Gudang
RUANG MEKANIKAL ELEKTRIKAL	15.	Ruang Pekerja Teknis
	16.	Ruang AHU
	17.	Ruang Panel Utama
	18.	Ruang Pompa
AREA ATAP	19.	Ruang Mesin Lift

- Hubungan Langsung
- ◐ R. Tidak Langsung
- Tidak Berhubungan

3.1.5. Analisis Organisasi Ruang



Gambar 3.1. Analisis Organisasi Ruang

Sumber : Analisis Penulis

3.2. Analisis Orientasi Massa

3.2.1. Analisis Orientasi Massa Bangunan terhadap Angin

Arah angin pada daerah ini tidak dipengaruhi secara langsung oleh iklim makro, tetapi lebih dipengaruhi oleh iklim mikro, terutama karena faktor jalan sebagai lorong angin. Dari analisis bentuk site dan sekitarnya, dapat diperkirakan bahwa angin paling potensial yang datang ke arah site adalah angin dari arah timur laut. Hal ini disebabkan karena factor jalan kecil dan berliku di timur laut itu membentuk suatu lorong angin yang mengarahkan angin berhembus ke arah site. Kondisi jalan kecil yang dibatasi oleh pagar dan tembok tinggi juga semakin membantu mempercepat aliran angin.

Kondisi lainnya, yaitu jalan utama di selatan site, menyebabkan pergerakan angin tidak berbelok sehingga site relatif tidak mendapatkan angin dari arah selatan.



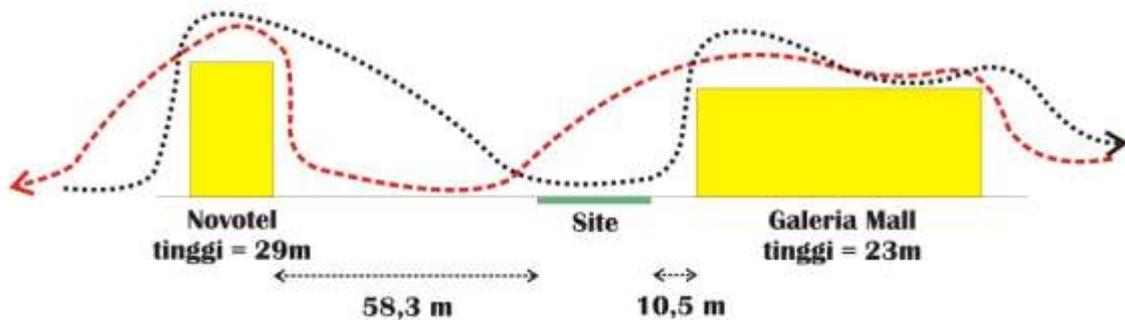
Gambar 3.2. Kondisi jalan kecil di timur laut site

Sumber: Penulis.



Gambar 3.3. Analisis Arah Angin pada Site

Sumber: Penulis.

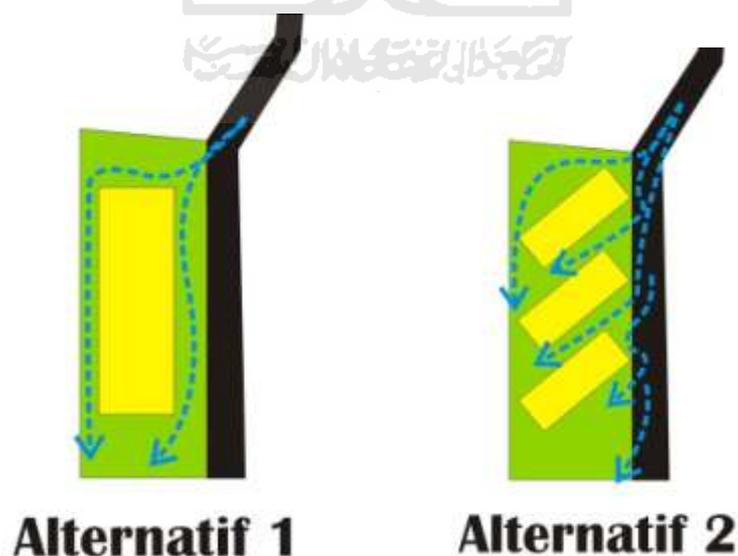


Gambar 3.4. Analisis Arah Angin di timur dan barat Site yang tertutup bangunan tinggi sekitarnya

Sumber: Penulis

Dengan menganalisis kondisi arah datang dan sifat pergerakan angin di sekitar site, maka orientasi massa akan dibuat memanjang ke utara-selatan, agar berkorelasinya terhadap bentuk site. Bentuk ini juga masih bersifat aerodinamik terhadap arah datang angin.

Alternatif lainnya adalah orientasi massa-massa yang serong, dimana bagian lebar bangunan menghadap sesuai arah datang angin, sehingga angin cepat dialirkan melalui bangunan.



Gambar 3.5. Alternatif Orientasi Massa Bangunan terhadap Angin

Sumber : Analisis Penulis

3.2.2. Analisis Orientasi Massa Bangunan terhadap Matahari

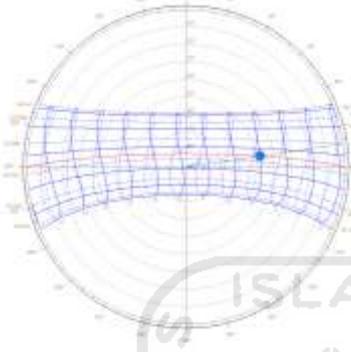
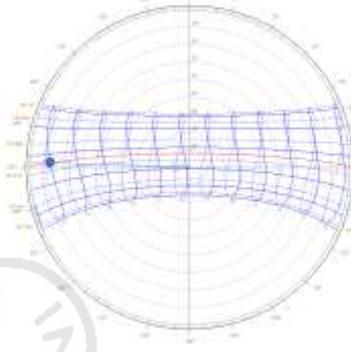
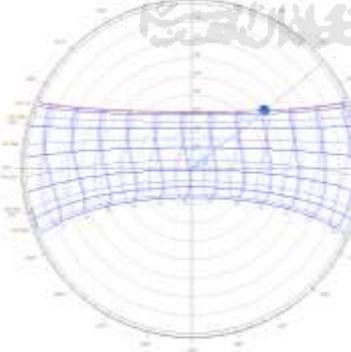
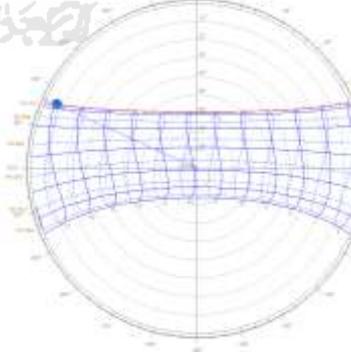
Site berada pada 7.50° LS, dan 100° BT, karena itu, lintasan matahari lebih banyak berada di utara site. Optimalisasi pencahayaan alami, baik itu bukaan, orientasi, bentuk, jarak antar massa, dan pola tata massa akan dipengaruhi oleh lintasan matahari ini. Analisis ini sendiri bermanfaat untuk meminimalkan sinar matahari berlebihan yang masuk ke dalam bangunan.

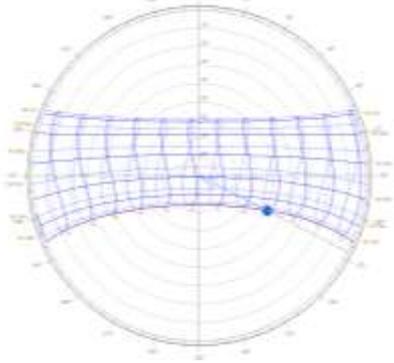
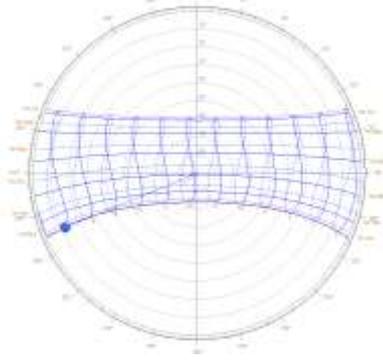
Terkait dengan kenyamanan thermal, sisi timur-barat bangunan adalah sisi yang mendapatkan radiasi matahari sore dan pagi, yang berpotensi memanaskan ruangan –ruangan di dalamnya dan menimbulkan ketidaknyamanan *thermal*. Jika dilihat dari bentuk site dan luasan dasar bangunan yang dibutuhkan, untuk mendapatkan pemanfaatan lahan yang efektif, maka bangunan ini akan tetap berorientasi memanjang dari selatan-utara. Dengan begitu, dinding bangunan timur-barat akan terekspos radiasi matahari.

Untuk mengendalikan tingkat penyerapan dan penyimpanan radiasi pada dinding bangunan, maka akan dilakukan usaha dan rekayasa-rekayasa desain pada selubung bangunan, tata vegetasi, bukaan, perangkat pembayangan, material, bentuk dan zoning massa di sisi barat-timur bangunan, yang akan dijelaskan pada analisis selanjutnya.

Berikut ini adalah tabel analisis arah radiasi matahari yang selanjutnya akan digunakan dalam menentukan posisi dan dimensi bukaan, juga menentukan posisi dan arah hadap panel surya agar dapat menghasilkan energi secara optimal.

Tabel 3.11. Tabel Analisis Arah Radiasi Matahari (Menggunakan Ecotect)

No	Tanggal	Jam 09.00 Azimuth / Altitude HSA / VSA	Jam 17.00 Azimuth / Altitude HSA / VSA
1	23 Maret / 23 Sept		
		Orientasi 0 ⁰ 80,9 ⁰ / 47,7 ⁰ 80,9 ⁰ / 81,8 ⁰ Orientasi 90 ⁰ 80,9 ⁰ / 47,7 ⁰ -9,1 ⁰ / 48 ⁰	Orientasi 0 ⁰ -87,9 ⁰ / 11,5 ⁰ -87,9 ⁰ / 79,8 ⁰ Orientasi -90 ⁰ -87,9 ⁰ / 11,5 ⁰ 2,1 ⁰ / 11,5 ⁰
2	23 Juni		
		Orientasi 0 ⁰ 50,8 ⁰ / 39,8 ⁰ 50,8 ⁰ / 52,8 ⁰ Orientasi 90 ⁰ 50,8 ⁰ / 39,8 ⁰ -39,2 ⁰ / 47 ⁰	Orientasi 0 ⁰ -65,2 ⁰ / 6,5 ⁰ -65,2 ⁰ / 15,3 ⁰ Orientasi -90 ⁰ -65,2 ⁰ / 6,5 ⁰ -24,8 ⁰ / 7,1 ⁰

3	23 Des		
		<p>Orientasi 90^0 $117,3^0 / 48,7^0$ $27,3^0 / 52^0$ Orientasi 180^0 $117,3^0 / 48,7^0$ $-62,7^0 / 68^0$</p>	<p>Orientasi -90^0 $-112,5^0 / 11,9^0$ $-22,5^0 / 12,8^0$ Orientasi 180^0 $-112,5^0 / 11,9^0$ $67,5^0 / 28,7^0$</p>

Sumber: Analisis Penulis

Ket:

HSA: *Horizontal Shadow Angle*

VSA: *Vertical Shadow Angle*

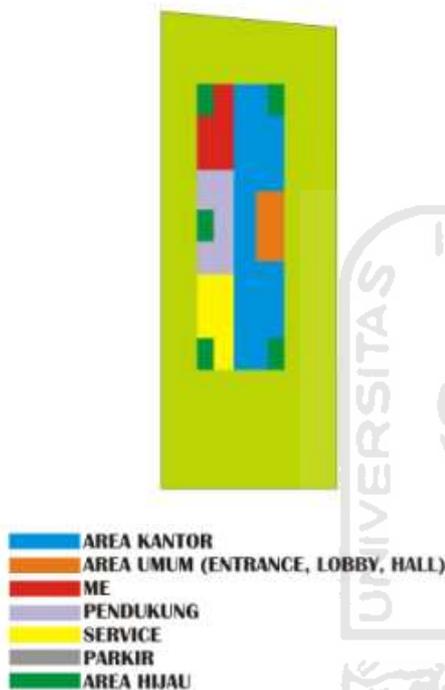
3.3. Zoning Ruang

3.3.1. Analisis Zoning Ruang Berdasarkan Lintasan Matahari

Berdasarkan analisis persyaratan fungsi ruang pada halaman 79, maka zoning ruang ditentukan menjadi seperti berikut.

A. Alternatif 1

Alternatif 1



Gambar 3.6. Alternatif 1 Zoning Ruang

Sumber : Analisis Penulis

- Area timur didominasi oleh ruang kantor. Area ini mendapat sinar matahari sepanjang pagi dan siang hari, dengan radiasi yang tidak terlalu tinggi, karena merupakan area bayang-bayang dari gedung galleria mall.

- Area barat didominasi oleh ruang ME, pendukung dan service. Area ini mendapat sinar matahari sore dengan radiasi yang tinggi sehingga diperuntukkan untuk ruang yang tidak membutuhkan tingkat kenyamanan thermal tinggi.

Kelebihan

- Area terkonsentrasi mempermudah menyusun tata ruang.
- Ruang pendukung yang berada di tengah dapat dengan cepat di akses secara merata dari semua posisi ruang kantor

Kekurangan

- Semakin seiang, maka sudut jatuh matahari semakin tinggi, sehingga bagian timur akan tetap mendapat radiasi matahari.

- Area hijau berada di titik-titik di sekeliling bangunan untuk membantu mereduksi panas dan sebagai lapisan yang dapat mereduksi solar heat gain.
- Parkir ada di basement

B. Alternatif 2

Alternatif 2



- Area ruang disusun semakin dalam semakin terhindar dari radiasi matahari. Area hijau menjadi penyaring radiasi yang masuk.



Gambar 3.7. Alternatif 2 Zoning Ruang

Sumber : Analisis Penulis

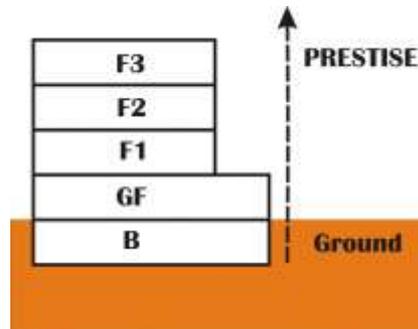
Kelebihan

- Ruang tengah akan terhindar dari radiasi matahari

Kekurangan

- Semakin ke dalam, maka ruangan akan menjadi semakin gelap

3.3.2. Analisis Zoning Vertical Ruang



Gambar 3.8. Analisis Zoning Vertical Ruang

Sumber : Analisis Penulis

Pembagian ruang secara vertical dipertimbangkan berdasarkan nilai prestisenya. Nilai prestisius ini berdasarkan tingkat penghawaan, pencahayaan, kebisingan dan pemandangan, dimana semakin keatas, semakin baik.

3.4. Pola Ruang dan Sirkulasi

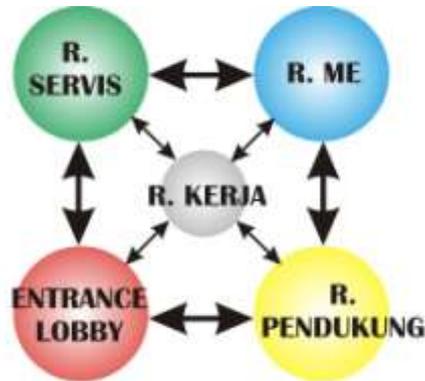
Pola ruang yang efisien memiliki persyaratan sebagai berikut.

- 1) Sirkulasi yang mudah, cepat dan jelas.
- 2) memudahkan proses pencahayaan dan penghawaan alami.
- 3) Untuk ruang-ruang tertentu, kebutuhan akan privasi dan pencahayaan dapat meningkatkan kinerja penggunaannya. Di sisi lain, kebutuhan akan komunikasi lebih dibutuhkan, sehingga pemilihan pola ruang yang tepat dapat membantu kinerja pegawai.

3.4.1. Analisis Pola Ruang Kerja

Dalam merencanakan pola tata ruang kantor yang efisien dan efektif, ada beberapa poin-poin penting yang perlu diperhatikan.

- A. **Azas jarak terpendek** ialah suatu tata letak ruang kantor yang terbaik dimana memungkinkan proses penyelesaian suatu pekerjaan dapat dilakukan sependek-pendeknya atau dengan waktu yang efektif.

1) Pola Ruang *Cluster* (alternatif 1)

Gambar 3.9. Analisis Zoning Pola Ruang Kerja Alternatif 1

Sumber : Analisis Penulis

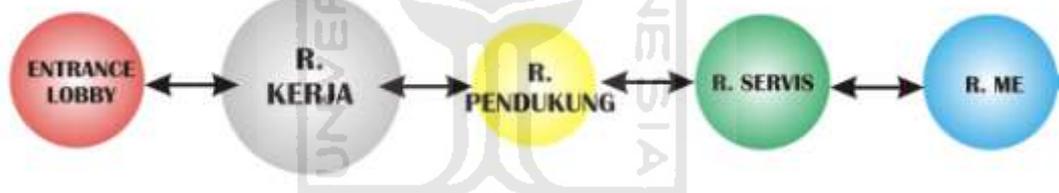
Kelebihan

- Pola ruang *cluster* memiliki arus kerja dengan kedekatan paling dekat.
- Ruang kerja ideal di tengah-tengah, yang didukung oleh ruang-ruang lainnya.

Kekurangan

- R. Kerja di tengah-tengah meningkatkan kemungkinan menghasilkan tingkat konsentrasi yang rendah karena dapat diakses dari mana saja.

2) Pola Ruang Linear (alternatif 2)



Gambar 3.10. Analisis Zoning Pola Ruang Alternatif 2

Sumber : Analisis Penulis

Kelebihan

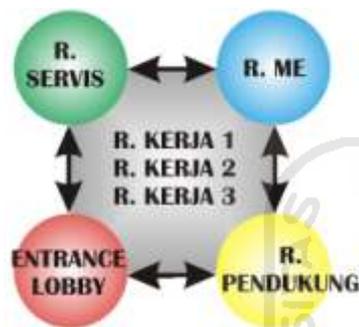
- Pola ruang linear memiliki pola lurus sehingga sirkulasi terkontrol dan jelas runtutannya.
- Konsentrasi per ruangan tinggi

Kekurangan

- Jarak antar ruang lebih tinggi
- Tidak cocok untuk tipe bangunan yang memiliki fungsi kantor berbeda-beda sehingga akan membuat banyak cabang pola ruang

B. Azas rangkaian kerja ialah penempatan para karyawan dan alat-alat kantor yang dirunut rangkaiannya agar sejalan dengan urutan penyelesaian pekerjaan. Azas rangkaian kerja juga merupakan kesinambungan azas jarak terpendek karena dengan tata letak suatu ruang yang baik, akan memudahkan karyawan menjangkau alat pekerjaan yang dibutuhkan sehingga pekerjaan dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien. Alat-alat kantor disini akan dimaknai sebagai ruang pendukung.

1. Pola Ruang *Cluster* (alternatif



Ruang kerja bersama bagi semua jenis penyewa

Kelebihan

- Berkesinambungan dengan azas terpendek karena akses ke semua pendukung cepat dan jelas

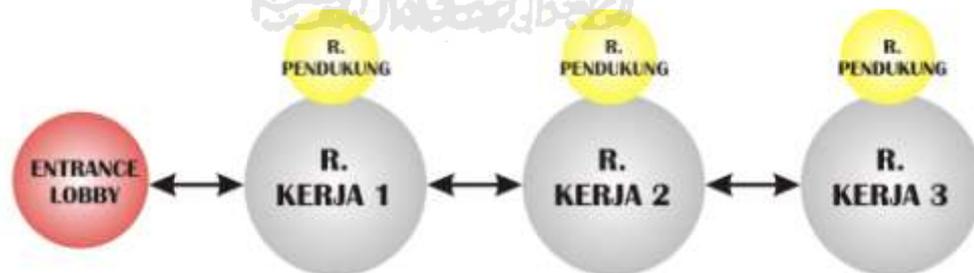
Kekurangan

- Cenderung menghasilkan pola ruang kerja yang ramai/ penuh

Gambar 3.11. Analisis Azas Rangkaian Kerja Alternatif 1

Sumber : Analisis Penulis

2. Pola Ruang linear (alternatif 2)



Gambar 3.12. Analisis Azas Rangkaian Kerja Alternatif 2

Sumber : Analisis Penulis

Kelebihan

- Kemudahan dan kecepatan dalam menjangkau peralatan kerja masing-masing

Kekurangan

- Kebutuhan akan ruang kerja yang lebih besar

C. Azas penggunaan segenap ruangan ialah azas dimana suatu tata ruang kantor mempergunakan sepenuhnya ruang kantor termasuk di dalamnya secara vertical ke atas dan ke bawah. Azas ini menggunakan sistem pemaksimalan suatu ruangan. Azas ini sangat baik digunakan terutama bagi suatu ruang kerja yang kecil namun menuntut tempat penyimpanan yang cukup luas. Penggunaan secara maksimal ruang kantor dari atas ke bawah, atau begitu pun sebaliknya, merupakan cara yang baik dilakukan sesuai azas penggunaan segenap ruang ini.

1) Pemanfaatan rak sebagai dinding

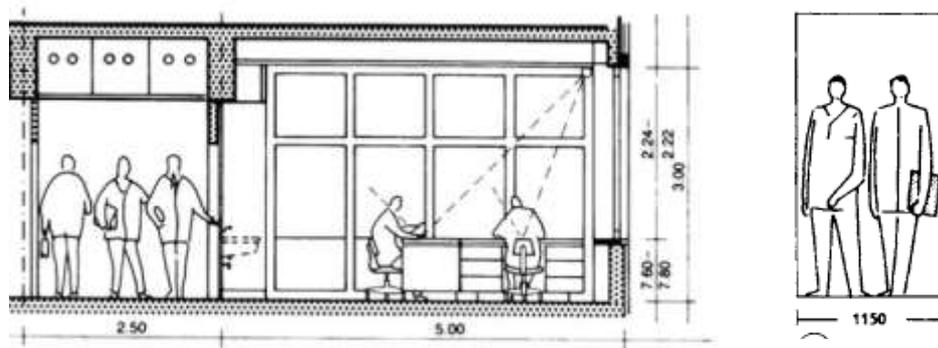
Dengan memanfaatkan rak / cabinet sekaligus sebagai dinding partisi, maka akan mengurangi kebutuhan ruang khusus untuk filing, rak buku dan perlengkapan kantor lainnya.

2) Pengadaan rak gantung

Rak gantung juga merupakan solusi alternatif untuk mengefisiensikan area di perkantoran. Daripada menyimpan lemari yang mengurangi space, akan lebih baik jika menggunakan rak gantung yang dapat dibuat di langit-langit ruangan.

3) Lorong yang nyaman dan lebar. (**Alternatif 1**)

Kenyamanan di sini didasarkan pada jumlah orang yang dapat melewati lorong dengan berjalan secara bersebelahan, yaitu 3 orang. Lebar lorong ini juga dikondisikan sebagai jalur barang. Berdasarkan data arsitek, lebar lorong yang memenuhi syarat di atas adalah lorong dengan lebar 2,5 m. untuk lorong dengan 2 orang, maka digunakan lorong dengan lebar 1,12m.



Gambar 3.13. Analisis Azas Perubahan

Sumber : Data Arsitek

4) Penggunaan ruang terbuka yang besar (**Alternatif 2**)

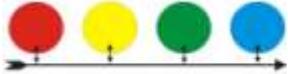
Ruang terbuka yang besar akan menjadi lebih efisien jika dibandingkan dengan ruang kecil tertutup. Hal ini dipengaruhi oleh sirkulasi, peralatan, dan perlengkapan kantor. Ruang terbuka yang besar memiliki sirkulasi dan tempat perlengkapan dan peralatan yang bersifat 'bersama-sama' sedangkan ruang kecil tertutup boros ruang karena masing-masing harus menyediakan sirkulasi, perlengkapan dan peralatannya sendiri.

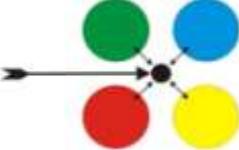
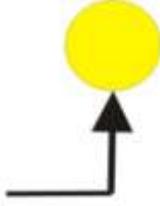
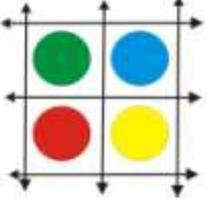
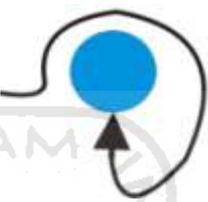
D. Azas perubahan. Perubahan susunan ruang kerja dapat dilakukan apabila tata letak suatu ruang kerja diharuskan untuk berubah karena alasan-alasan 3 hal di atas. Perubahan tata letak kantor dapat digunakan untuk membuat suasana baru dalam suatu kantor. Azas-azas ini pun selaras sejalan dengan besar-kecil berat-ringan perabotan ruang kerja yang digunakan.

Perubahan tata letak kantor akan menjadi mudah jika menggunakan pola ruang terbuka yang meminimalkan penggunaan dinding permanen.

3.4.2. Analisis Sirkulasi

Tabel 3.14. Analisis Sirkulasi

Macam Konfigurasi Sirkulasi	Kelebihan (+) Kekurangan (-)	Macam Pencapaian	Keterangan
 <p style="text-align: center;">Linear</p>	(+)efisiensi ruang untuk sirkulasi (-)penumpukan arus sirkulasi (-)ada jarak antara ruang satu dengan lainnya	 <p style="text-align: center;">Langsung</p>	Cocok untuk area kantor yang membutuhkan akses jelas dan cepat

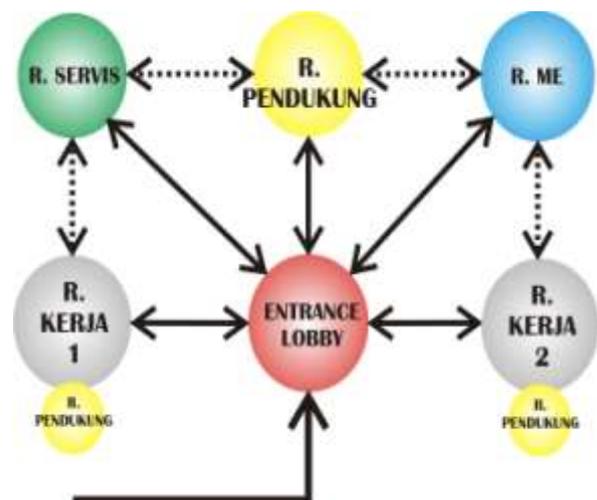
 <p>Radial</p>	<p>(+) akses cepat dan jelas antar ruangan</p> <p>(-) menumpukan arus sirkulasi di titik pertemuan semua arus</p>	 <p>Tersamar</p>	<p>Cocok untuk area umum dan lobby, karena jenis pencapaian ini dapat memberikan pengalaman lebih saat mencapai suatu area</p>
 <p>Grid</p>	<p>(+) menghindari tumpukan arus sirkulasi</p> <p>(-) boros area</p>	 <p>Berputar</p>	<p>Lebih cocok untuk area yang bersifat rekreatif, sehingga pengguna akan mendapatkan pengalaman yang sangat banyak saat melaluinya.</p>

Sumber : Analisis Penulis

3.4.3. Kesimpulan Analisis Pola Ruang dan Sirkulasi

Perancangan tata ruang dan sirkulasi menjadi poin penting dalam usaha mencapai nilai efisiensi dan efektifitas ruang. Berdasarkan analisis- analisis di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut.

1. Pola ruang akan di desain dengan menggunakan **pola ruang linear** dengan pertimbangan **sirkulasi radial**, sehingga kekurangan pola ruang linear pada segi jarak, akan ditutupi oleh pola sirkulasi radial, dengan jalur sirkulasi yang jelas dan cepat,



Gambar 3.14. Kesimpulan Analisis Pola Ruang

Sumber: analisis penulis

dengan desain yang lebar dan nyaman (standar = 2,5m).

2. **Pola linear radial** ini memiliki kelebihan utama, yaitu adanya fleksibilitas kerja, yaitu dimana arus pelayanan klien ataupun pelanggan dan arus kerja dipisah berdasarkan kebutuhannya.

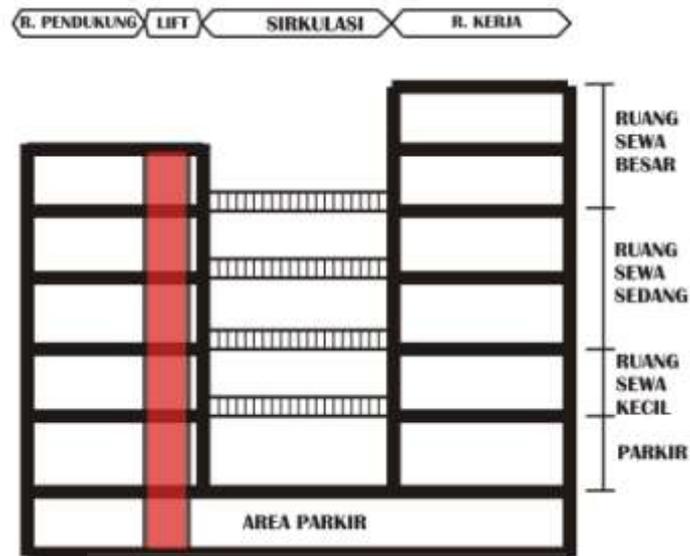
Fleksibilitas kerja sendiri adalah salah satu syarat menciptakan ruang yang efisien.

3. Pencapaian antar ruang kantor menggunakan tipe langsung, sedangkan untuk entrance-nya menggunakan tipe tersamar.

Dari analisis zoning ruang, orientasi, dan sirkulasinya, maka bangunan akan dirancang dengan membaginya atas dua massa yang dihubungkan oleh jembatan, dengan sirkulasi yang berada di tengah dan di sisi bangunan. Dua massa ini dibagi atas dasar massa yang sebelah kiri (barat) akan menerima radiasi matahari sore, sehingga dikhususkan untuk area pendukung saja. Namun jika kebutuhan ruang sewa menuntut untuk peletakan ruang sewa di bagian kiri, maka diperlukan rekayasa desain yang mampu mengatasi masalah penghawaan, pencahayaan dan penghindaran panas. Hal ini akan dibahas pada analisis selanjutnya.

Massa sebelah kanan (timur) akan dikhususkan untuk area sewa, sehingga terhindar dari radiasi matahari sore.

Zoning ruang sendiri ditentukan berdasarkan tingkat prestisiusnya. Dan dari semua poin-poin di atas, maka dirancang zoning kantor sewa sebagai berikut.



Gambar 3.15. Kesimpulan Analisis Zoning Ruang

Sumber: analisis penulis

3.5. Analisis Penghawaan, Pencahayaan, dan Penghindaran Panas

3.5.1. Bukaannya

A. Dimensi Bukaannya

- 1) perhitungan dimensi bukaan untuk ruang di tepi bangunan

Building / Room	Air Change Rates - n - (1/hr)
All spaces in general	min 4
Attic spaces for cooling	12 - 15
Auditoriums	8 - 15
Bakeries	20
Banks	4 - 10
Barber Shops	6 - 10
Bars	20 - 30
Beauty Shops	6 - 10
Boiler rooms	15 - 20
Bowling Alleys	10 - 15
Cafeterias	12 - 15
Museums	12 - 15
Offices, public	3
Offices, private	4
Police Stations	4 - 10
Post Offices	4 - 10
Warehouses	2
Waiting rooms, public	4

Tabel 3.13. Air Change for Hour

Sumber : http://www.engineeringtoolbox.com/air-change-rate-room-d_867.html diunduh

25/07/201

berdasarkan table di atas, maka dapat dicari dimensi bukaan dengan rumus sebagai berikut.

(i) ... $Q = n \cdot V$ dimana

(ii) ... $A_{\text{bukaan}} = Q / v$

Dimana:

Q = laju aliran pertukaran udara
(m^3 / detik)

n = *Air change rates* (1/jam)

V = Volume of room (m^3)

A_{bukaan} = Luas Bukaan (m^2)

v = kecepatan angin (m/s)

- $Q = n \cdot V$

$$Q = 4 / \text{jam} \times (3350 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ m})$$

$$Q = 4 / \text{jam} \times 14708,75 \text{ m}^3$$

$$Q = 46900 \text{ m}^3 / \text{jam} = 13,03 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dengan standar kecepatan angin yang nyaman adalah sekitar 0,25 -0,5 m/detik, maka:

- $A_{\text{bukaan}} = Q / v$

$$A_{\text{bukaan}} = 13,03 \text{ m}^3 / \text{detik} / 0,5 \text{ m/detik}$$

$$A_{\text{bukaan}} = 26,6 \text{ m}^2$$

Tabel 3.14. Dimensi Bukaan

No	Luas Ruang (m^2)	n (1/jam)	A_{bukaan} (m^2)	Tipe Ruang
1	9	4	0,07	3x3 m^2
2	18	4	0,14	3x6 m^2
3	13,5	4	0,105	Area kecil
4	78,6	4	0,62	Area sedang
5	195,9	4	1,52	Area besar

Sumber : Analisis penulis

Jika menggunakan standar *air change rate* di atas, maka mustahil diterapkan di Indonesia yang beriklim tropis. Karena itu, menurut Christina E. Mediastika, maka digunakanlah standar yang didapat dari hasil uji desain

bangunan domestik di daerah tropis, yaitu sebesar 30 arch. Dengan menggunakan standar ini, maka akan didapat data sebagai berikut.

- $Q = n \cdot V$
 $Q = 30 / \text{jam} \times (9 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ m})$
 $Q = 30 / \text{jam} \times 31,5 \text{ m}^3$
 $Q = 945 \text{ m}^3 / \text{jam} = 0,26 \text{ m}^3 / \text{detik}$

Dengan standar kecepatan angin yang nyaman adalah sekitar 0,25 -0,5 m/detik, maka:

- $A_{\text{bukaan}} = Q / v$
 $A_{\text{bukaan}} = 0,26 \text{ m}^3 / \text{detik} / 0,5 \text{ m/detik}$
 $A_{\text{bukaan}} = 0.52 \text{ m}^2$

Tabel 3.15. Dimensi Bukaan

No	Luas Ruang (m ²)	n (1/jam)	A _{bukaan} (m ²)	Tipe Ruang
1	9	30	0,52	3x3 m ²
2	18	30	1,04	3x6 m ²
3	13,5	30	0,8	Area kecil
4	78,6	30	4,54	Area sedang
5	195,9	30	11,31	Area besar

Sumber : Analisis penulis

B. Posisi Bukaan Terhadap Pola Ruang



Pola ruang mempengaruhi kelancaran sirkulasi pertukaran udara. Posisi yang paling ideal adalah pola ruang terbuka dengan hanya satu *space* dimana minim dinding permanen sehingga memungkinkan terjadinya ventilasi silang yang lancar. Untuk ruang-ruang kecil, diletakkan di tepi-tepi bangunan agar tetap mendapatkan udara segar.

Gambar 3.16. Analisis Posisi Bukaan Terhadap Pola Ruang

Sumber : Analisis Penulis

C. Analisis Dimensi Shading dan Sirip

1. Data Ecotect dan Rumus Dimensi Bukaannya

Untuk menentukan dimensi shading dan sirip, pertama-tama ditentukan dulu lebar dan tinggi bukaan. Dari perhitungan bukaan pada pembahasan sebelumnya, maka diambil sampel luasan bukaan $0,8 \text{ m}^2$. Jika tinggi bukaan dianggap 1 m, maka:

$$\text{lebar} = \text{Luas} / \text{tinggi} = 0,8 \text{ m}^2 / 1 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$$

Rumus perhitungan sirip:

$$P_{\text{sirip}} = l_{\text{bukaan}} / \tan \text{HSA}$$

Rumus perhitungan shading:

$$P_{\text{shading}} = t_{\text{bukaan}} / \tan \text{VSA}$$

Dimana:

P_{shading} = panjang shading (m)

P_{sirip} = panjang shading (m)

t_{bukaan} = tinggi bukaan (m)

l_{bukaan} = lebar Bukaan (m^2)

VSA = *vertical shadow angle*

HSA = *horizontal shadow angle*

Dari rumus dan data diatas, maka dimensi shading dan sirip dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.16. Dimensi Shading dan Sirip

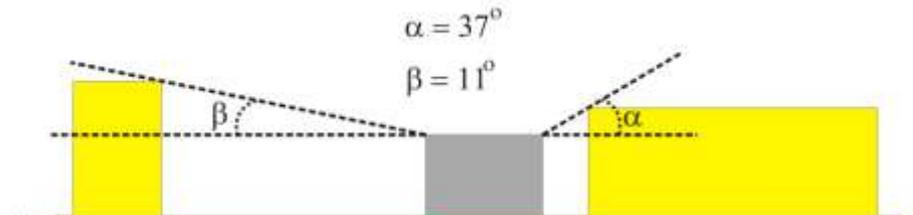
No	Tanggal	Jam 09.00	Jam 17.00	Jam 09.00	Jam 17.00
		HSA / VSA	HSA / VSA	$P_{\text{sirip}} / P_{\text{shading}}$	$P_{\text{sirip}} / P_{\text{shading}}$
1	23 Maret / 23 Sept	Orientasi 0^0 $80,9^0 / 81,8^0$	Orientasi 0^0 $-87,9^0 / 79,8^0$	0,13m / 0,14m	-0,02m / 0,18m
		Orientasi 90^0 $-9,1^0 / 48^0$	Orientasi -90^0 $2,1^0 / 11,5^0$		
2	23 Juni	Orientasi 0^0 $50,8^0 / 52,8^0$	Orientasi 0^0 $-65,2^0 / 15,3^0$	0,65m / 0,76m	-0,38m / 3,66m
		Orientasi 90^0 $-39,2^0 / 47^0$	Orientasi -90^0 $-24,8^0 / 7,1^0$		
3	23 Des	Orientasi 90^0 $27,3^0 / 52^0$	Orientasi -90^0 $-22,5^0 / 12,8^0$	15,5m / 0,78m	-1,9m / 4,4m
		Orientasi 180^0 $-62,7^0 / 68^0$	Orientasi 180^0 $67,5^0 / 28,7^0$		

Sumber : Analisis Penulis

2. Analisis Tinggi Kawasan Sekitar dan Rumus Dimensi Bukaannya

Jika dilihat dari foto potongan kawasan di bawah ini, maka dapat dilihat bahwa dinding sebelah timur bangunan akan menerima pembayangan dari gedung Galeria mall di sebelahnya yang hanya berjarak 10,5m. Sedangkan untuk sisi barat, akan benar-benar terekspos oleh panas matahari sore.

Dari gambar ini juga didapat bahwa sudut jatuh matahari pada bangunan dipengaruhi oleh tinggi bangunan di sekitarnya. Dari analisis ini, diketahui



Gambar 3.17. Sudut Jatuh Sinar Matahari pada Bangunan terhadap Bangunan di Sekelilingnya

Sumber: Analisis Penulis

bahwa sudut jatuh sinar matahari maksimal yang diterima dinding bangunan barat adalah 37° . Untuk dinding bangunan timur, adalah sebesar 11° .

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan metode sebelumnya, maka akan didapat hasil sebagai berikut.

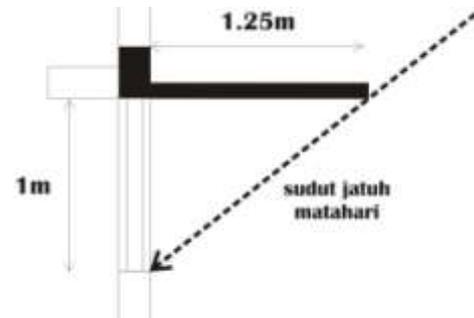
Tabel 3.17. Dimensi Shading

No	Tinggi Bukaannya (m)	α	Panjang Shading Dinding Timur (m)	β	Panjang Shading Dinding Barat (m)
1	0,75	37°	1,0	11°	3,87
2	1,00	37°	1,3	11°	5,15
3	1,25	37°	1,7	11°	6,44
4	1,50	37°	2,0	11°	7,73
5	1,75	37°	2,3	11°	9,02
6	2,00	37°	2,7	11°	10,30

Dari data-data di atas, maka bisa diambil beberapa kesimpulan:

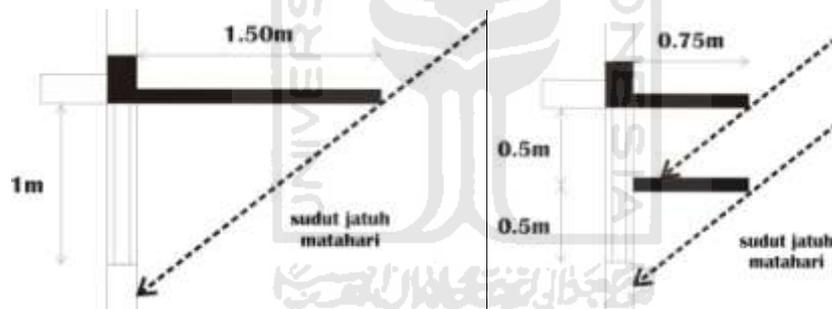
- Untuk shading dinding sebelah timur, dapat digunakan shading dengan panjang yang bervariasi, mulai dari 1-2,3m.

- Dengan hasil perhitungan mulai dari 3,87-10,3m, maka dinding sebelah timur tidak akan menggunakan shading, tetapi akan menggunakan rekayasa desain dengan cara lain. Poin ini akan dibahas pada analisis yang lain.
- Untuk shading dan sirip yang panjangnya $< 1,25\text{m}$, maka akan digunakan sebagai acuan merancang bukaan.

Gambar 3.18. Analisis Dimensi shading dan Sirip ($< 1,25$)

Sumber : Analisis Penulis

- Untuk shading dan sirip yang panjangnya $> 1,25\text{m}$, maka dapat menggunakan alternatif rancangan dengan membagi panjang hasil hitungan menjadi beberapa bagian.

Gambar 3.19. Analisis Dimensi shading dan Sirip ($> 1,50$ & $> 0,75$)

Sumber : Analisis Penulis

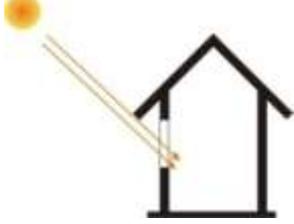
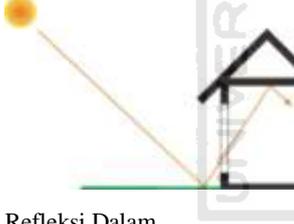
- Untuk shading dan sirip yang panjangnya $> 3\text{m}$ atau bernilai (-), maka dapat diambil kesimpulan bahwa sudut jatuh sinar matahari hampir tegak lurus dengan bukaan, sehingga di posisi itu tidak cocok dibuat bukaan. Penyelesaian problem ini bisa dengan cara memperkecil dimensi bukaan, atau menggunakan perangkat pembayangan.

D. Perangkat Pemantulan dan Pembayangan

1) Pemantulan

Ada tiga jenis pencahayaan, yang dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 3.18. Jenis Pencahayaan

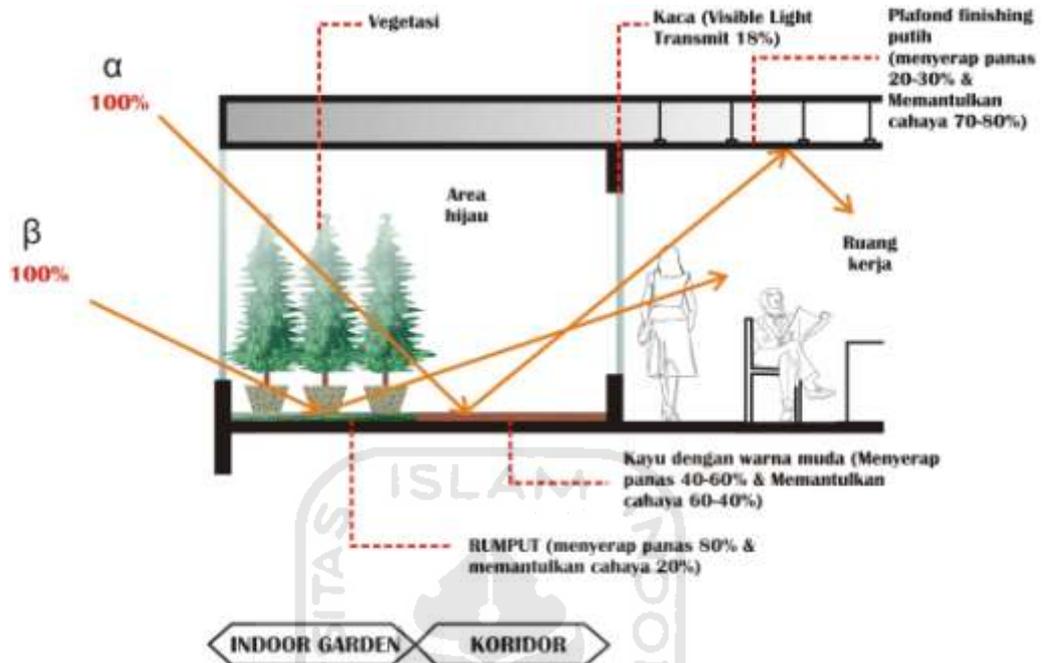
No	Pencahayaan	Keterangan
1	 <p>Pencahayaan Langsung</p>	(+) Menerima banyak cahaya (-) Menerima banyak panas
2	 <p>Refleksi Luar</p>	(+) Cocok untuk bangunan dengan kepadatan tinggi (-) Tergantung dari jarak bangunan dan material bangunan
3	 <p>Refleksi Dalam</p>	Bergantung pada pemilihan material dan lansekap juga rancangannya, dalam hal ini adalah pemilihan jenis tanah (ground cover) dan plafon

Sumber : Analisis Penulis

Pada rancangan kantor sewa kali ini, pencahayaan langsung akan dihindari demi menjaga kenyamanan thermal ruang di dalam bangunan.

Untuk pencahayaan dengan refleksi luar, perlu diperhatikan jarak dan material bangunan di sekitarnya. Jarak terdekat antara dinding bangunan dengan dinding bangunan lainnya adalah dinding timur ke dinding Galeria Mall di sebelahnya yang berjaraknya 10,5m. Material dinding Galeria Mall menggunakan cat merah muda, sehingga 65-75% sinar matahari diserap, dan 25-35% sisanya dipantulkan. Dua hal ini dijadikan pertimbangan bahwa kemungkinan pemanfaatan/ gangguan dari pemantulan cahaya ini kecil, sehingga tidak dimasukkan dalam pertimbangan desain.

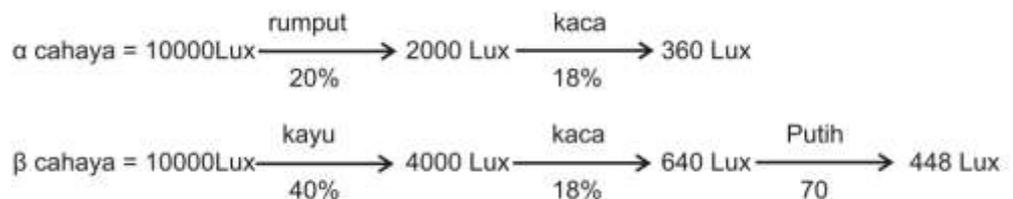
Jenis pemantulan yang akan dipertimbangkan dalam desain kantor sewa ini adalah jenis pemantulan refleksi dalam. Untuk lebih jelasnya, maka akan dijelaskan dalam bentuk gambar dibawah ini.



Gambar 3.20. Gambar Pemantulan Cahaya Matahari

Sumber: Analisis Penulis

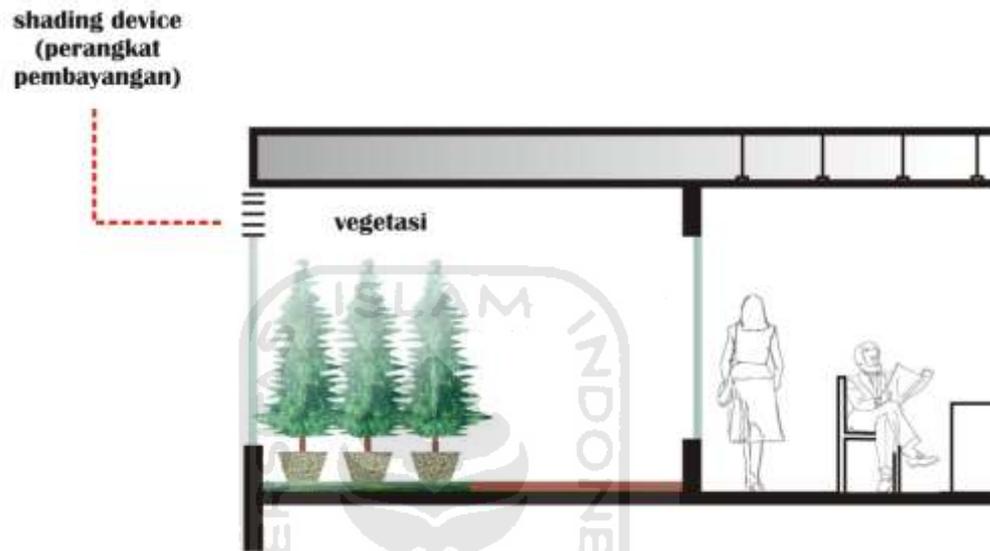
Gambar di atas menjelaskan perjalanan cahaya dan panas ke dalam bangunan. Untuk cahaya (*visible light*, dengan nilai 10000 Lux), perjalanannya dapat dihitung sebagai berikut.



Dari perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa cahaya yang masuk ke ruang kerja akan sesuai dengan kesimpulan pada kajian kebutuhan pencahayaan ruang untuk kegiatan administrasi dan menggambar, yaitu berkisar antara 300-500 Lux.

2) Pembayangan

Selain dipantulkan, cahaya juga dapat direduksi panasnya dengan membuat perangkat pembayangan. Berdasarkan data kajian yang di dapat, aplikasi perangkat pembayangan dapat menurunkan 30-40% perambatan panas ke dalam ruang pada bagian bayang-bayangnya.



Gambar 3.21. Analisis Perangkat Pembayangan

Sumber : Analisis Penulis

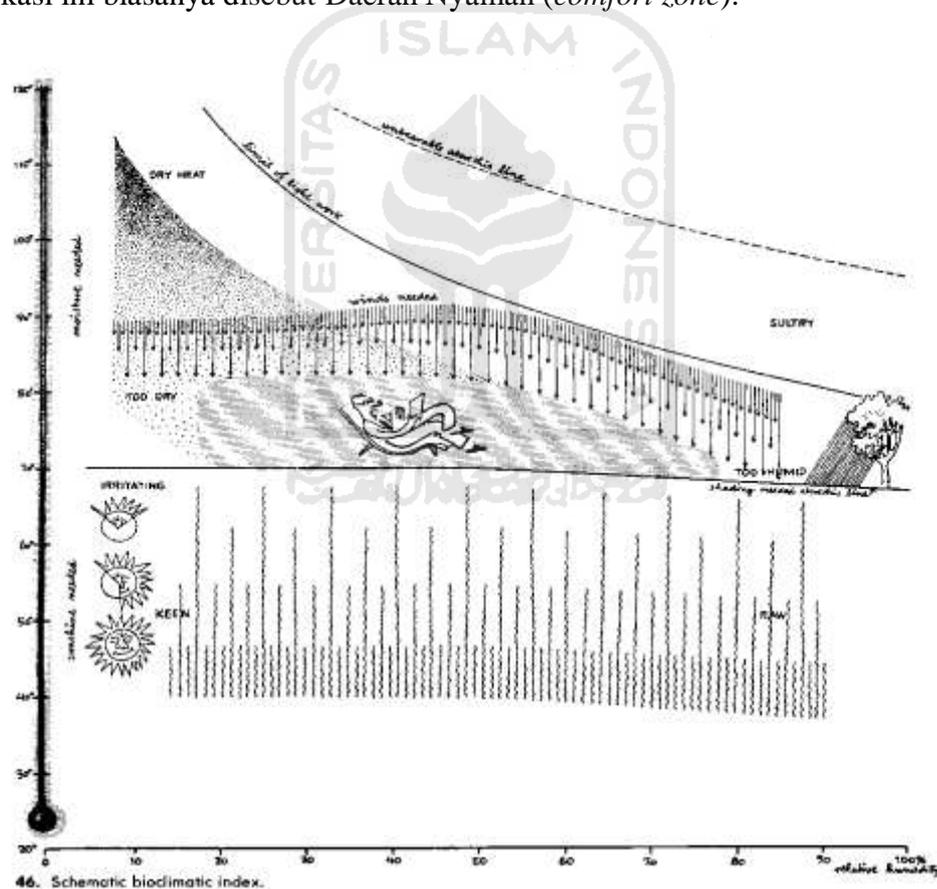
Dapat dilihat di gambar 3.21 bahwa perangkat pembayangan tidak selalu berupa elemen bukaan, tapi dapat diganti atau dipadukan dengan vegetasi yang rimbun, sehingga dapat mereduksi lebih banyak panas (mencapai 80%), namun tetap dapat memasukkan cahaya ke dalam ruangan.

E. Standar Nyaman Thermal

Thermal comfort atau kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa kondisi, yaitu:

- Suhu
- Kelembaban
- pergerakan udara

Indikator-indikator ini akan berhubungan dan menghasilkan atau menentukan pertimbangan sejauh mana ruang itu terasa nyaman bagi seseorang. Kondisi atau lokasi ini biasanya disebut Daerah Nyaman (*comfort zone*).



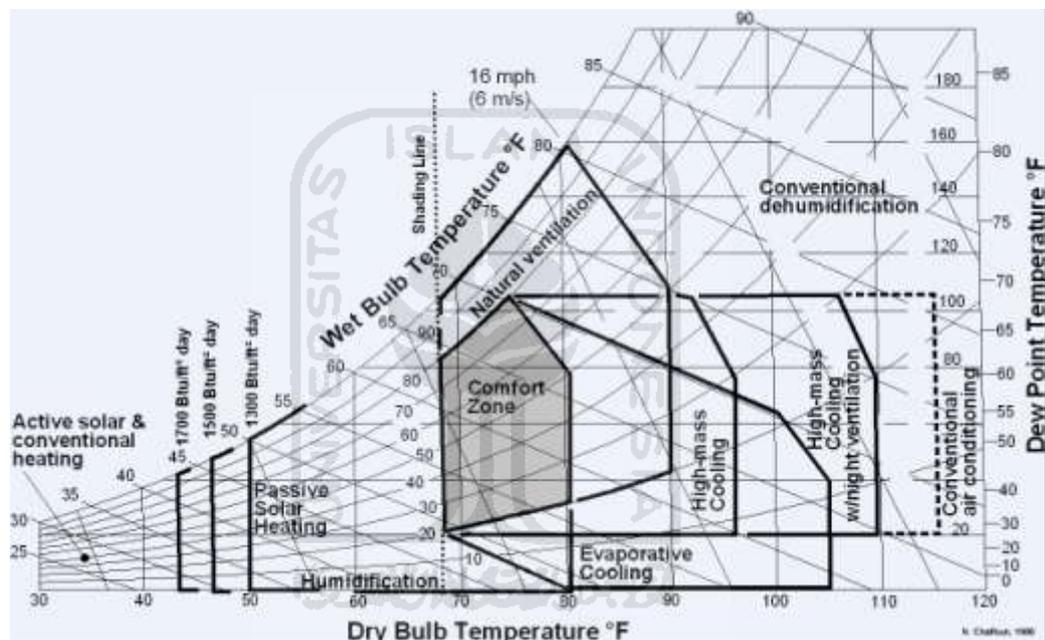
Gambar 3.22. Olgay Bioclimatic Chart

Sumber: Google.com

Berdasarkan bioclimatic chart (Olgay) di atas, zona nyaman berada dikisaran suhu 21-30 Derajat Celcius dengan kelembaban udara relatif diantara 30-65%.

Sedangkan jika berpatokan pada Psychrometric Chart (ASHRAE) dengan beberapa faktor yang mempengaruhinya, yaitu:

- Temperatur udara, berkisar antara
- Kelembapan relative
- Kecepatan angin, yang akan membantu menghilangkan panas dengan prinsip evaporasi dan konveksi. Kecepatan angin yang nyaman untuk gedung perkantoran adalah 0,25-0,5 m/detik



Gambar 3.23. Olgay Bioclimatic Chart

Sumber: Google.com

Pada kenyataannya, bangunan yang berada di iklim tropis biasanya memiliki temperatur area luar yang tinggi, melebihi standar kenyamanan. Contohnya pada kasus bangunan ini. Temperatur area luarnya dapat mencapai angka $34,7^{\circ}\text{C}$ (rata-rata 26°C), dengan tingkat kelembapan maksimal yang terjadi pada bulan maret, yaitu sebesar 97% (rata-rata 90%). Jika data dimasukkan ke dalam chart, maka akan bertemu pada titik di yang jauh luar ‘area nyaman’, bahkan tidak masuk dalam chart.

Ada beberapa poin yang dapat diambil dari dua chart di atas. Antara lain adalah:

- Penghawaan alami saja tidak cukup untuk mencapai kondisi nyaman thermal tanpa adanya usaha-usaha/ rekayasa desain lainnya. Dari chart dapat dilihat jika penghawaan alami dapat memperluas area nyaman thermal, tetapi dengan catatan, semakin tinggi temperatur area luar dan dalam, maka semakin tinggi pula kecepatan angin yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi nyaman thermal.
- Penggunaan *Air Conditioner* (AC), dapat membuat kondisi nyaman thermal di dalam ruang tanpa menghiraukan tinggi temperaturnya. Jadi, dapat dikatakan bahwa selama masih dalam batas, penggunaan AC ini juga dapat digunakan sebagai rekayasa mekanis dalam mencapai kondisi nyaman thermal.

Batas penggunaan AC adalah jumlah Energi yang dibutuhkan untuk menjalankannya, dan juga emisi yang dihasilkannya. Bangunan ini menggunakan sumber energi terbarukan yang bebas emisi karbon, sehingga pemanfaatan AC ini layak diperhitungkan. Berikut perhitungan kebutuhan AC di kantor ini.

Rumus kebutuhan AC dalam satuan BTU (*British Thermal Unit*) adalah:

$$\text{Kebutuhan AC} = \text{Luas Ruang} \times 500 \text{ BTU/hour/m}^2$$

Ket: tinggi ruang standar 3 – 4m

Tabel 3.19. Kebutuhan AC

No	Jenis Ruang	Luas (m ²)	Kebutuhan AC (BTU/hour)
1	Area Kecil	13,5	6750
2	Area Sedang	78,6	39300
3	Area Besar	195,9	97950
4	R.Pengelola	13,5	6750

Satuan daya AC yang dikenal di pasaran adalah pk. Untuk mengetahuinya, maka hasil perhitungan tadi akan dikonversikan ke dalam satuan pk dengan menggunakan acuan dari table di bawah ini

Tabel 3.20. Kapasitas AC

Kapasitas AC	setara dengan
1/2 PK	5.000 Btu/hr
3/4 PK	7.000 Btu/hr
1 PK	9.000 Btu/hr
1,5 PK	12.000 Btu/hr
2 PK	18.000 Btu/hr
2,5 PK	24.000 Btu/hr
3 PK	27.000 Btu/hr
5 PK	45.000 Btu/hr

Dengan mengkonveksi data tersebut, maka akan didapat perhitungan sebagai berikut.

Tabel 3.21. Total Kebutuhan AC

No	Jenis Ruang	Kebutuhan AC (BTU/hour)	Kapasitas AC (PK)	Jumlah Ruang	Total Unit AC
1	Area Kecil	6750	3/4	15	15
2	Area Sedang	39300	5	10	10
3	Area Besar	97950	5 dan 3	5	15
4	R.Pengelola	6750	3/4	3	3
				Jumlah	43

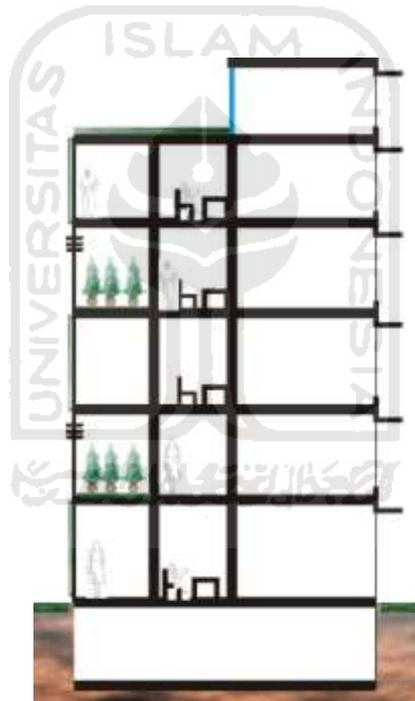
Untuk area besar dengan kebutuhan AC sebesar 97959 BTU/hour, maka kapasitas AC nya ditutupi dengan 3 jenis AC yang berbeda, yaitu tipe satu 5pk dan dua tipe 3pk, yang jika ditotal menjadi 99000 BTU/hour.

Dari data di atas, maka disimpulkan, jika alternative penghawaan digunakan penghawaan mekanik dengan bantuan AC, maka dibutuhkan AC dengan jumlah 40 unit.

F. Analisis Selubung

Secara umum, yang termasuk dalam selubung bangunan adalah dinding, atap dan lantai bangunan, dengan dinding sebagai variasi terbesarnya. Dinding dalam hal ini termasuk semua bagian elemen yang menjadi penyusunnya. Sebagai pembatas aktifitas, dinding memiliki peranan visual hingga kenyamanan thermal.

Dalam kaitannya dengan usaha mencapai kenyamanan thermal dalam ruang, penggunaan dinding dan atap rumput akan mengurangi radiasi matahari senilai 70-80%. Selain dinding rumput, penggunaan tabir air juga dapat mengurangi suhu ruangan hingga 10°C . itu berarti jika suhu luar ruangan adalah sebesar 34°C , maka suhu dalam ruangan dapat mencapai 24°C . Jenis selubung ketiga yang diaplikasikan pada bagian barat bangunan adalah selubung dengan perangkat pembayangan.



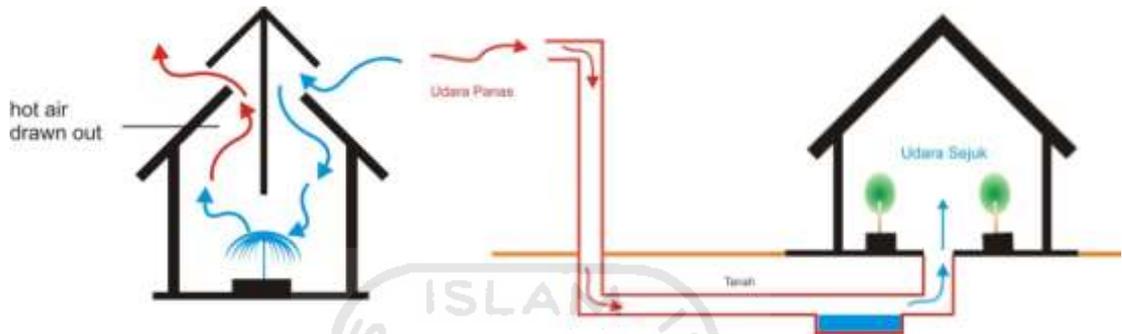
Tabel 3.24. Alternatif Desain pada Selubung Bangunan

ketiga jenis selubung radiasi matahari ini akan diaplikasikan pada bagian barat bangunan, karena bagian ini yang paling kritis dalam menerima radiasi. Sedangkan bagian timur bangunan cukup menggunakan shading, karena radiasi tertutup dengan gedung bangunan di sebelahnya.

G. Sistem Penghawaan Pasif

1. Windcatcher

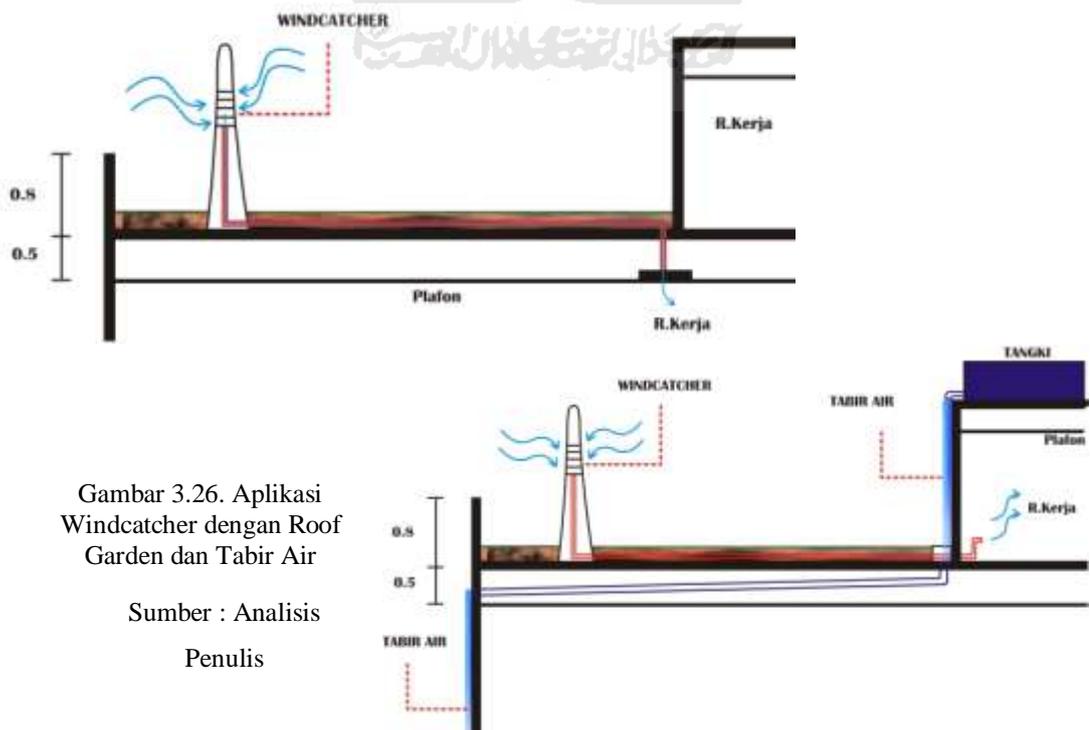
Untuk penangkap angin yang diaplikasikan di atap, maka jangkauan udara sejuk hanya akan berada di tingkat atas saja. Sebaliknya, penggunaan penangkap angin yang dialirkan dari bawah, semakin ke atas, jangkauan udara sejuk akan berkurang.



Gambar 3.25. Aplikasi Windcatcher

Sumber : Analisis Penulis

Dalam aplikasinya pada bangunan, sistem ini diaplikasikan di area atap gedung. Dengan mengkombinasikannya dengan roof garden dan dinding tabir air, maka udara yang melewati tanah roof garden menjadi lebih sejuk, dan udara di dalam ruangan pun semakin sejuk.



Gambar 3.26. Aplikasi Windcatcher dengan Roof Garden dan Tabir Air

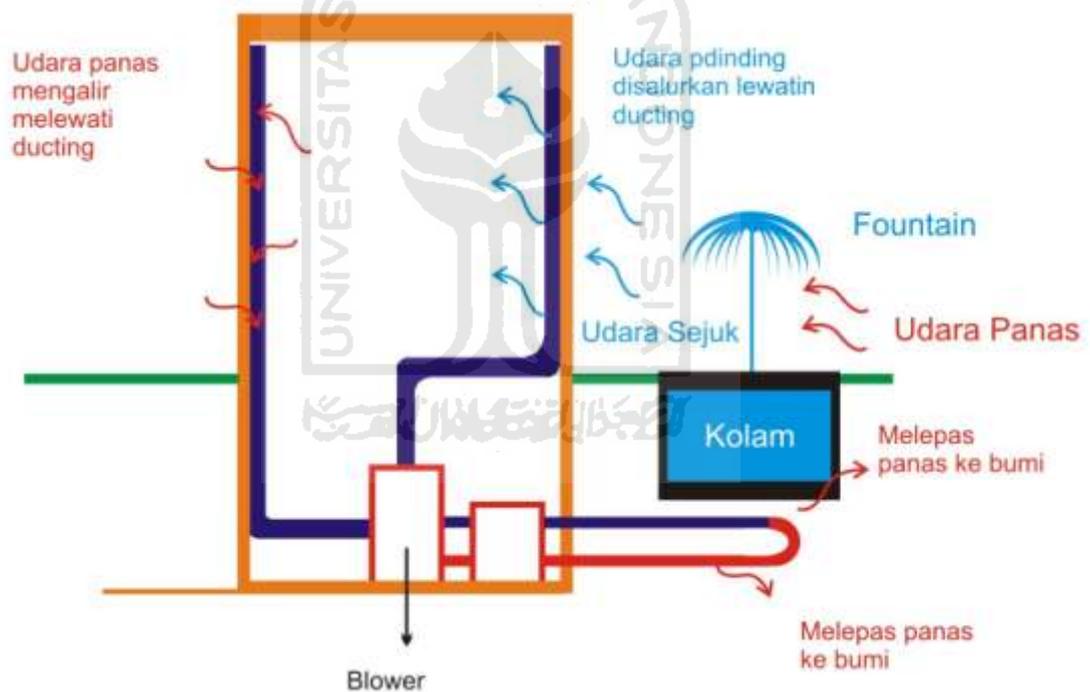
Sumber : Analisis Penulis

2. Geothermal cooling system

Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan suhu tanah yang dingin dan sifat angin yang melepas atau menangkap panas. Semakin panjang atau semakin dalam pipa yang mengalirkan angin melalui tanah, semakin rendah suhu angin yang dihasilkan.

Sistem ini akan bekerja lebih baik apabila ada sumber air di sekitar bangunan. Maka dari itu, pengadaan kolam di bagian luar bangunan dapat berfungsi multiple, yaitu:

- Elemen lansekap
- Elemen Penyejuk udara
- Elemen pendukung *windcatcher* dan *geothermal cooling system*



Gambar 3.27. Analisis Geothermal Cooling System

Sumber : Analisis Penulis

3.6. Tata Vegetasi dan *Ground Cover*



KETERANGAN	
Vegetasi Eksisting	
	Tanaman berupa perdu rendah (semak). Fungsi : Pembatas Perdu yang berada pada sisi barat site akan tetap dipertahankan sebagai pengisi taman serta sebagai pembatas. Sedangkan perdu yang berada di sisi timur, selatan dan utara akan dihilangkan dan digantikan dengan perdu lain yang lebih sesuai/bermanfaat bagi site maupun bangunan.
	Tanaman merupakan jenis pohon Angsana. Fungsi : Perindang Pohon Angsana ini tidak akan dihilangkan selain karena letaknya yang berada pada sudut site sehingga tidak mengganggu posisi bangunan, juga karena dapat difungsikan sebagai perindang.
Vegetasi Non Eksisting	
	Vegetasi sebagai Peneduh. Letak : Sekitar area parkir dan taman Contoh : Pohon Kiara Payung, Pohon Angsana
	Vegetasi sebagai Penyerap Kebisingan dan Polusi Udara Letak : Sekitar area parkir dan tepi jalan Contoh : Bougainville
	Vegetasi sebagai Penghias Taman Letak : Area Taman Contoh : Iris, Spathyllum
	Vegetasi sebagai Pengarah Letak : Tepi jalan menuju entrance dan parkir Contoh : Pohon Palm, Bambu Peking
	Vegetasi sebagai Penutup Tanah Letak : Taman, Pengisi area Grass Block Contoh : Rumput gajah, Rumput Mania, Sutra Bombay
	Vegetasi sebagai Penyyaring angin Letak : Betas Site Contoh : Glodhogan Pecut
	Area Parkir
	Bangunan

Gambar 3.28. Analisis Tata Vegetasi dan *Ground Cover*

Sumber: Analisis Penulis

3.7. Material

Diperlukan pemilihan material yang tepat untuk mendapatkan rancangan bangunan yang nyaman bagi pengguna serta tidak berpengaruh negative terhadap lingkungan sekitarnya. Dalam pemilihan material bangunan dilihat dari pengaruhnya terhadap sekitar terdapat 2 hal yang penting untuk dianalisis yaitu penyerapan dan pemantulan dari permukaan yang digunakan. Sebagai bahan analisis, pada table di bawah ini terdapat data mengenai prosentase tersebut:

Tabel 3.22. Penyerapan dan Pemantulan terhadap Bahan Permukaan

Bahan dan keadaan permukaan		Penyerapan	Pemantulan
Lingkungan alam	Rumput	80%	20%
	Tanah, lading	70-85%	30-15%
	Pasir perak	70-90%	30-10%
Dinding kayu	Warna muda	40-60%	60-40%
	Warna tua	85%	15%
Dinding Batu	Marmer	40-50%	60-50%
	Batu bata merah	60-75%	40-25%
	Beton exposed	60-70%	40-30%
Lapisan atap	Semen berserat	60-80%	40-20%
	Genting flam	60-75%	40-25%
	Genting beton	50-70%	50-30%
	Seng gelombang	65-90%	35-10%
	Seng Aluminium	10-60%	90-40%
Lapisan Cat	Kapur putih	10-20%	90-80%
	Kuning	50%	50%
	Merah muda	65-75%	32-25%
	Hijau muda	50-60%	50-40%
	Aspal Hitam	85-95%	15-5%

Sumber : Heinz Frick, 1998

- 1) Untuk area terbuka akan memaksimalkan penggunaan groundcover dan meminimalisasi perkerasan seperti paving.
- 2) Untuk dinding meminimalisasi penggunaan kayu karena berpengaruh terhadap perusakan sekitar sehingga dipilih batu bata merah.
- 3) Untuk atap dipilih roof garden untuk menekan pemanasan global di sekitar.
- 4) Untuk interior, Cat pada langit-langit dan lantai akan dipilih warna putih sebagai warna yang banyak memantulkan sinar matahari.

Untuk eksterior sebagian akan menggunakan batu andesit yang bersifat bebas pemeliharaan serta tidak perlu di cat.

3.8. Teknologi Sel Surya

3.8.1. Analisis Kebutuhan Energi Listrik

A. Pencahayaan

Berdasarkan SNI, kebutuhan energi listrik untuk pencahayaan bias dihitung dengan rumus:

$$P = A_x \cdot P_{mx}$$

dimana:

P = Daya listrik (Watt)

A_x = Luasan ruangan jenis x (m^2)

P_{mx} = Daya maksimal ruang x per meter persegi (Watt/ m^2)

Tabel 3.23. Perhitungan Kebutuhan Daya untuk Pencahayaan

No	Jenis Ruang	Luasan Ruang (m^2)	Daya Maks ²¹ (W/m^2)	Daya (W)
1	R. Kantor	2516,40	15	37746
2	Area pendukung	670,00	10	6700
4	Area Sirkulasi	670,00	15	10050
5	Area outdoor	1005,00	5	5025
Total Daya yang dibutuhkan				59521

Sumber : Analisis Penulis

B. Alat Elektronika

Energi listrik di bangunan kantor sewa kebanyakan digunakan untuk menjalankan peralatan elektronika yang berguna untuk menunjang kegiatan pendataan kantor, terutama personal komputer, laptop, printer, facsimile, paper shredder, pengkondisi udara, peralatan audio-visual, pompa air dan lain-lainnya.

²¹ <http://mmbeling.files.wordpress.com/2008/09/sni-03-6197-2000.pdf>. diunduh tanggal 18 Juli 2011.

Tabel 3.24. Perhitungan Kebutuhan Daya untuk Penggunaan Alat Elektronik

No	Jenis Alat Elektronik	Asumsi Jumlah	Daya ²² (W)	Asumsi Penggunaan Per Hari ²³ (Jam)	Jumlah Daya (W)
1	Fotocopy	4	900	4	14400
2	Laptop	45	8	8	2880
3	TV 29inch	10	120	7	10080
4	Printer laser	5	450	4	9000
5	Printer Deskjet	40	14	4	2240
6	Audio Stereo Set	30	50	2	3000
7	Dispenser (off)	20	6	22	2640
8	Dispenser (on)	20	250	2	10000
9	Kipas angin	20	48	8	7880
10	Paper shredder	30	250	4	30000
11	Facsimili	20	18,5	4	1480
12	Microwave	2	1270	0,5	1270
13	Kulkas (on)	2	50	12	1200
14	Kulkas (off)	2	12	12	188
Total Daya yang dibutuhkan					96258

Sumber : Analisis Penulis

²² http://www.energyservices.co.id/_site/admin/download/file/Booklet_Hemat_Listrik_Di_Kantor.pdf.
diunduh tanggal 18 Juli 2011.

²³ Ibid.

Tabel 3.25. Perhitungan Kebutuhan Daya untuk AC

No	Jenis AC	Asumsi Jumlah	Daya ²⁴ (W)	Asumsi Penggunaan Per Hari ²⁵ (Jam)	Jumlah Daya (W)
1	¾ PK	18	550	8	79200
2	3 PK	10	3000	8	240000
3	5 PK	15	5000	8	600000
Total Daya yang dibutuhkan					919200

Dilihat dari total daya listrik yang dibutuhkan, maka tidak mungkin menggunakan semua sesuai perhitungan. Maka dari itu, jika pemakaian ini dibatasi menjadi 1/3 dari totalnya, maka yang digunakan adalah 6 unit AC ¾PK, 4 unit AC 3PK, dan 5 unit AC 5PK. Total dengan jumlah penggunaan ini adalah **322400 Watt**.

Dari perhitungan di atas, diketahui

Total daya_{dengan AC} = total daya pencahayaan + total daya alat elektronik + total daya AC

$$= 59521 \text{ Watt} + 96258 \text{ Watt} + 322400 \text{ Watt}$$

$$= 478179 \text{ Watt}$$

Total daya_{tanpa AC} = daya total pencahayaan + daya total alat elektronik

$$= 59521 \text{ Watt} + 96258 \text{ Watt}$$

$$= 155779 \text{ Watt}$$

²⁴ http://www.energyservices.co.id/_site/admin/download/file/Booklet_Hemat_Listrik_Di_Kantor.pdf.
diunduh tanggal 18 Juli 2011.

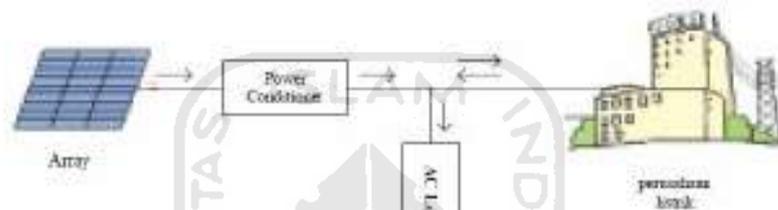
²⁵ Ibid.

3.8.2. Analisis Sistem dan Jenis Solar Panel

A. Sistem Kelistrikan Panel Surya

Ada beberapa sistem yang dapat digunakan dalam menintegrasikan solar sel pada bangunan. Pada rancangan kali ini, system yang digunakan adalah **Sistem Terintegrasi**.

Dalam sistem ini, listrik yang dihasilkan oleh array dirubah menjadi listrik ac melalui power conditioner, lalu dialirkan ke ac load. AC load di sini dapat berupa listrik yang diperlukan di perumahan atau kantor.



Gambar 3.29. Skema Sistem Terintegrasi

Sumber: <http://www.scribd.com/doc/5271775/Photovoltaic-Power-System>.
diunduh tanggal 20 Juli 2011

Sistem ini memiliki ciri utama, yaitu Ac Load (bagian yang mengkonsumsi listrik AC) yang terhubung ke jaringan distribusi listrik yang dimiliki oleh perusahaan listrik. Jadi apabila listrik yang dihasilkan oleh solar panel cukup banyak melebihi yang dibutuhkan oleh ac load maka listrik tersebut dapat dialirkan ke jaringan distribusi yang ada. Sebaliknya apabila listrik yang dihasilkan solar panel sedikit kurang dari kebutuhan ac load maka kekurangan itu dapat diambil dari listrik yang dihasilkan perusahaan listrik.

Keuntungan dari sistem ini adalah tidak diperlukan lagi battery. Biaya battery dapat dikurangi. Selain dari itu bagi rumah atau kantor yang memasang solar panel, mereka akan mendapatkan keuntungan dengan penjualan listrik. Battery berfungsi sebagai alat untuk menyimpan listrik. Listrik yang disimpan di sini adalah listrik dc.

Kekurangannya sendiri ada pada permasalahan teknis, yaitu berkaitan dengan sistem distribusi yang berdasarkan dua sumber dimana kadang terjadi perubahan tegangan pada Ac Load.

B. Jenis Panel Surya

Tabel 3.26. Tabel Macam Jenis Panel Surya

	Efisiensi Perubahan Daya	Daya Tahan	Biaya	Keterangan	Penggunaan
Mono	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Kegunaan Pemakaian Luas	Sehari-hari
Poly	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Cocok untuk produksi massal di masa depan	Sehari-hari
Amorphous	Cukup Baik	Cukup Baik	Baik	Bekerja baik dalam pencahayaan fluorescent	Sehari-hari & perangkat komersial (kalkulator)
Compound (GaAs)	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Berat & Rapuh	Pemakaian di luar angkasa

Sumber: <http://www.panelsurya.com/index.php/id/panel-surya-solar-cells/panel-surya-solar-cells-type>.

3.8.3. Analisis Jumlah Solar Panel yang Dibutuhkan

Tabel 3.27. Tabel Jenis , Jumlah dan Luasan Panel Surya dengan mengikut sertakan perhitungan kebutuhan AC

Jenis PV	Kapasitas PV	Lama Radiasi	Dimensi (mm ³)	Jumlah Panel* (Unit)	Luas Panel** (m ²)
SUNRISE POLY	50	8	670 x 660 x 35	1195	528
SUNRISE MONO	80	8	1197 x 535 x 48	748	479
SUNRISE SRM-100D	100	8	1197 x 535 x 48	598	383
SHINYOKU MONO	10	8	396 x 289 x 23	5978	685
BP SOLAR POLY	50	8	839 x 537 x 50	1195	539

Sumber : <http://www.anekasurya.com/modul-solar-cell.htm>. Diunduh tanggal 20/07/2011.

Keterangan:

$$* \text{ Jumlah Solar Panel} = \frac{\text{Daya}}{\text{Kapasitas PV} \times \text{Lama radiasi}} \dots (\text{angka di belakang koma dibulatkan ke atas})$$

** Luas Kebutuhan Panel = Jumlah Solar Panel x Luas Dimensi PV

Dari perhitungan tersebut, ditentukan Panel surya yang akan digunakan adalah panel surya SUNRISE SRM-100D dengan jumlah total 598 unit dan luas total 383 m².

Jika perhitungan dilakukan tanpa memasukkan daya kebutuhan akan AC, maka akan didapat

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Panel Surya} &= \frac{\text{Daya}}{\text{Kapasitas PV x Lama radiasi}} = 155779 \text{ Wh} / (100 \times 8) \\ &= 195 \text{ unit panel} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Luasan} &= 195 \text{ unit} \times 1,197 \text{ m} \times 0,535 \text{ m} \\ &= 125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dari data di atas dapat diketahui bahwa pemakaian AC dapat melambungkan penggunaan daya hingga mencapai lebih dari 60% dari total daya yang dibutuhkan bangunan. Karena itu, dalam perancangan kali ini, penggunaan AC tidak diperhitungkan.

Listrik yang dihasilkan pada bangunan ini akan menutup semua kebutuhan listrik bangunan (pencahayaan dan elektronika). Namun, untuk memberi kontribusi lebih, maka daya yang harus dihasilkan adalah 110% dari total energy yang dibutuhkan, dimana kelebihan daya yang dihasilkan akan disalurkan ke jaringan listrik PLN. Hal ini bertujuan untuk:

- Memberikan kontribusi kepada bangunan sekitarnya.
- Sebagai cadangan dan tabungan daya listrik jika energi yang dihasilkan kurang mencukupi.

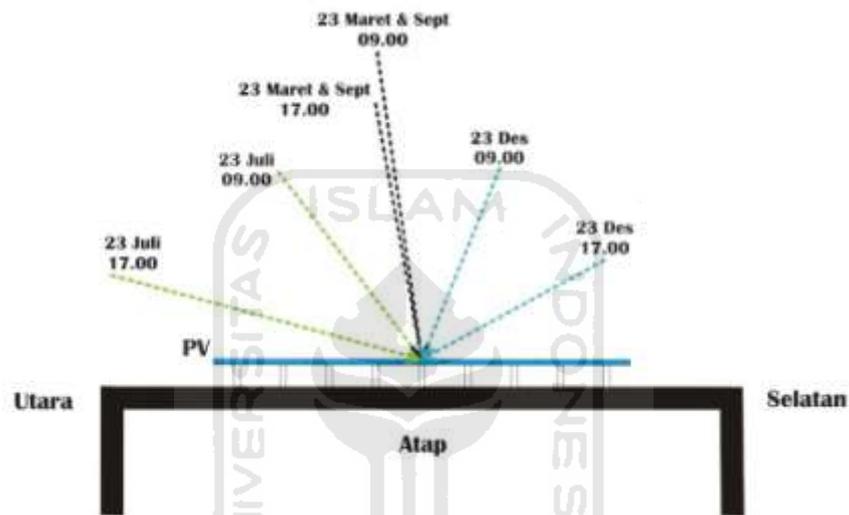
Karena itu, maka total panel yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan energi} &= 155779 \text{ Wh} \times 110\% \\ &= 171357 \text{ Wh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total kebutuhan panel} &= 171357 \text{ Wh} / (100 \text{ watt} \times 8 \text{ jam}) \\ &= 215 \text{ unit panel surya}\end{aligned}$$

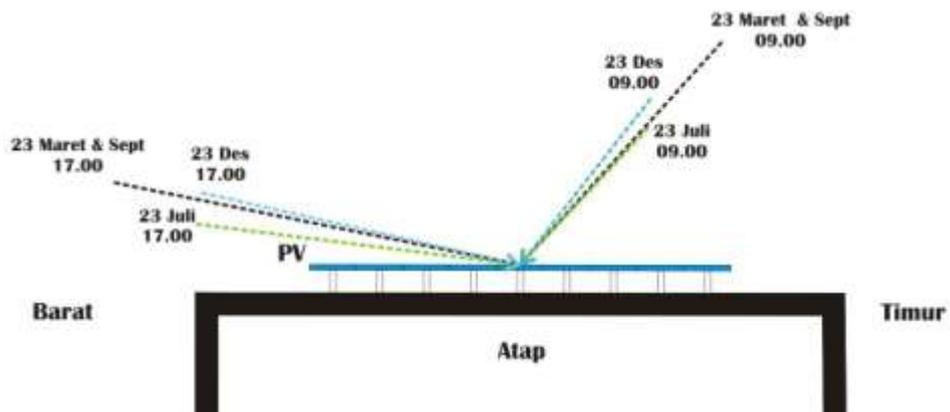
$$\begin{aligned}\text{Total Luas panel} &= 215 \text{ panel surya} \times (1.197\text{m} \times 0.535\text{m}) \\ &= 138 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3.8.4. Aplikasi Panel Surya pada Bangunan



Gambar 3.30. Analisis Sudut Jatuh Matahari dengan Sumbu Selatan- Utara

Sumber : Analisis Penulis

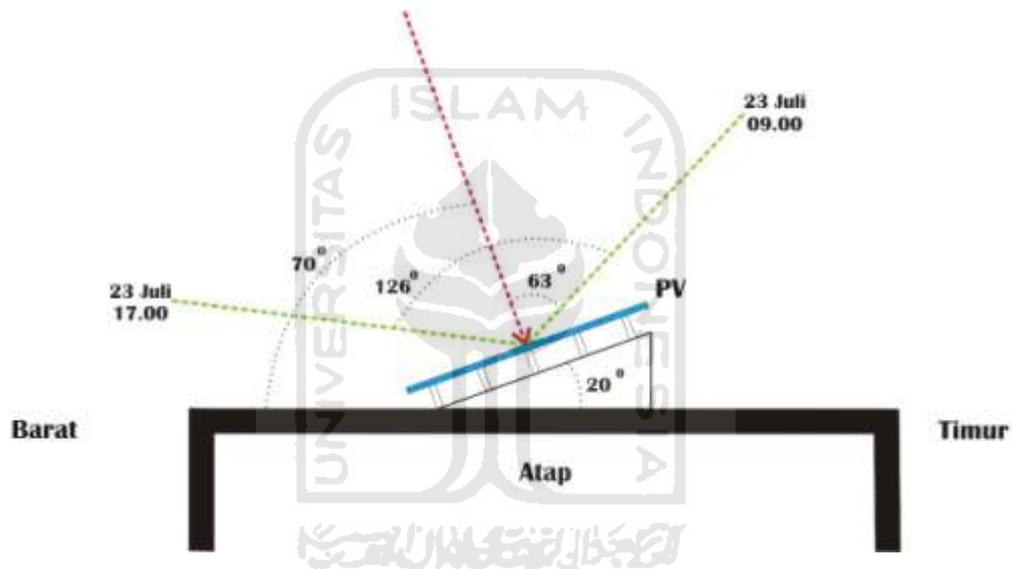


Gambar 3.31. Analisis Sudut Jatuh Matahari dengan Sumbu Timur- Barat

Sumber : Analisis Penulis

Berdasarkan arah utara-selatan, maka posisi solar panel paling optimal adalah posisi tidur yang lurus dengan arah utara-selatan. Hal ini karena sudut jatuh matahari tersebar secara merata sepanjang tahun.

Berdasarkan arah timur-barat bangunan, maka diambil sudut terluas yang dibentuk antara tanggal 23 Juni pukul 09.00 (47° terhadap arah timur) – 23 juni pukul 17.00 ($7,1^{\circ}$ terhadap arah barat), dengan besar sudut adalah $125,9^{\circ}$, dibulatkan menjadi 126° . Kemudian, dari hasil itu, diambil sudut di tengah-tengahnya, yaitu sudut 70° terhadap arah barat. Dari sudut ini, maka ditentukan arah hadap panel surya adalah tegak lurus dengan sudut 70° , yaitu sudut 20° terhadap arah timur.



Gambar 3.32. Alternatif Pemasangan Panel Surya

Sumber : Analisis Penulis

BAB IV

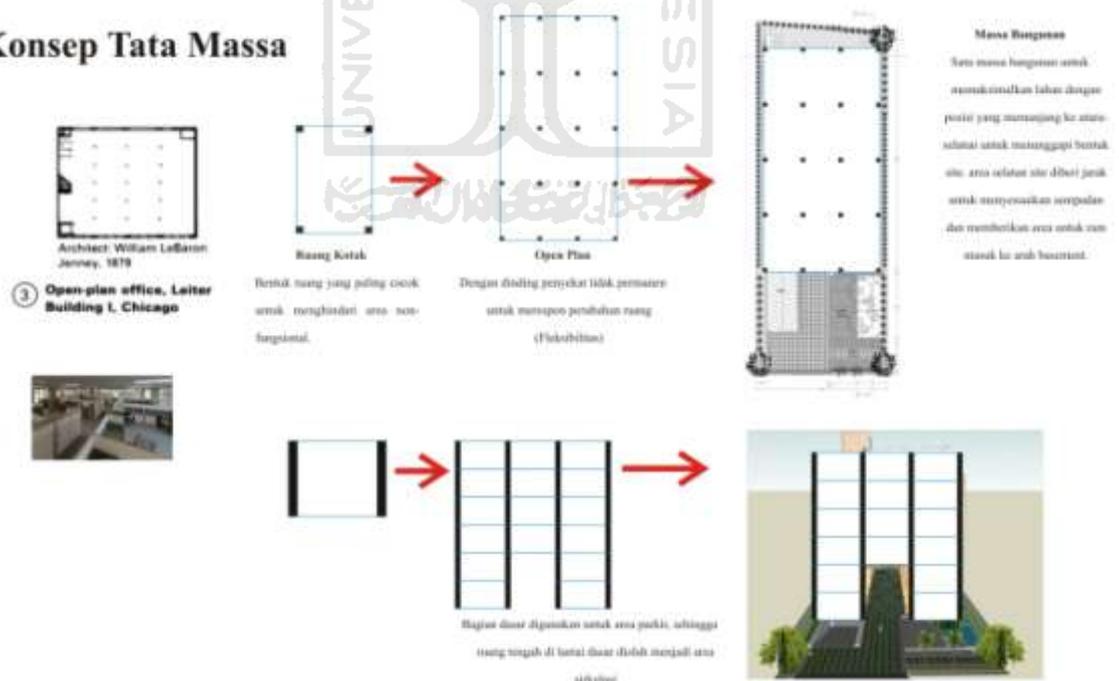
KONSEP PERANCANGAN

4.1. Konsep Tata Massa Bangunan

4.1.1. Jumlah dan Posisi Massa

Efisiensi ruang salah satunya dapat dicapai dengan penggunaan ruang yang memiliki tingkat fleksibilitas ruang tinggi sehingga dapat merespon segala perubahan fungsi ruang. Selain itu juga dapat menghindari timbulnya area yang tidak fungsional. Dari semua bentuk ruang yang dapat dirancang, yang paling memenuhi syarat fleksibilitas dan penghindaran area non-fungsional adalah bentuk kotak, terutama area open space tanpa dinding yang permanen. Untuk memenuhi syarat itulah, maka bangunan ini hanya terdiri atas satu massa bangunan yang dipisahkan oleh sirkulasi pada lantai satu. Massa bangunan tetap diposisikan dengan sisi panjang yang mengarah ke timur dan barat sebagai respon dari bentuk tapak yang memanjang ke utara.

Konsep Tata Massa



Gambar 4.1. Konsep Jumlah dan Posisi Massa

Sumber :Konsep Penulis

4.1.2. Orientasi Massa

Orientasi bangunan menghadap 0° terhadap sumbu utara untuk menyesuaikan dengan kondisi tapak. Penjelasan tentang respon orientasi ini akan dibahas lebih lanjut pada sub-bab konsep penghawaan dan pencahayaan.

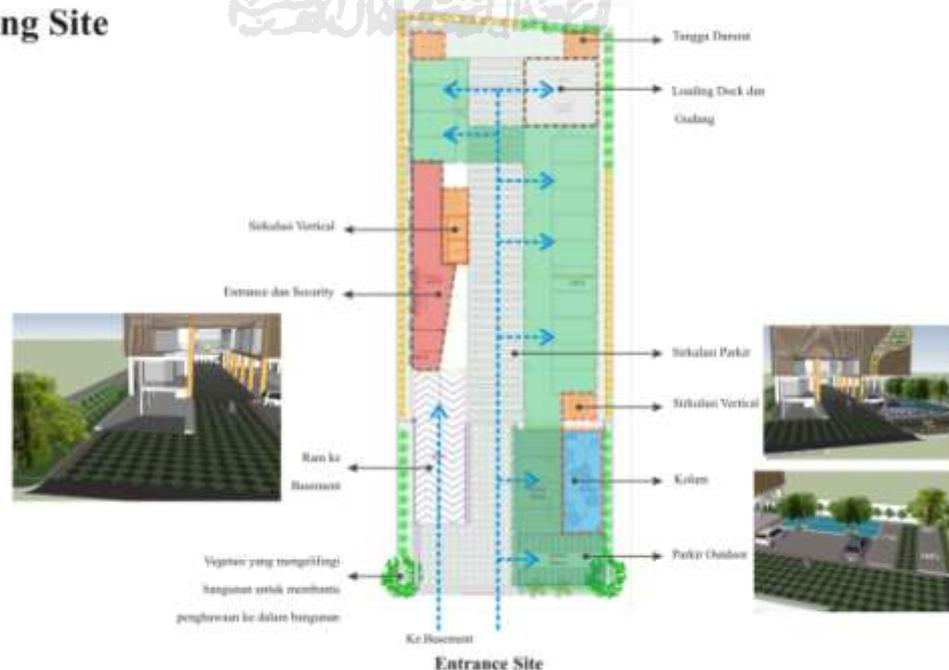
4.1.3. Bentuk Massa

Bentuk massa dirancang berdasarkan kebutuhan ruang yang menuntut efisiensi ruang tinggi. Salah satu poin dalam efisiensi adalah fleksibilitas. Ruang terbuka berbentuk persegi merupakan bentuk yang memiliki nilai fleksibilitas tinggi, sehingga mudah dalam menanggapi perubahan fungsi ruang.

4.1.4. Zoning Site

- Area parkir berada di sisi selatan site yang dekat dengan jalan utama.
- Area ground di plot khusus untuk area pendukung, servis dan area parkir. Hal ini bertujuan sebagai pemusatan area, sehingga mempermudah arus sirkulasi. Ini juga sesuai dengan pola ruang linear yang diusung, sehingga mudah dalam mengontrol arus sirkulasi.
- Area hijau mengelilingi bangunan untuk memberikan dampak baik terhadap penghawaan ke dalam bangunan.

Zoning Site



Gambar 4.2. Konsep Zoning Site
Sumber : Konsep Penulis

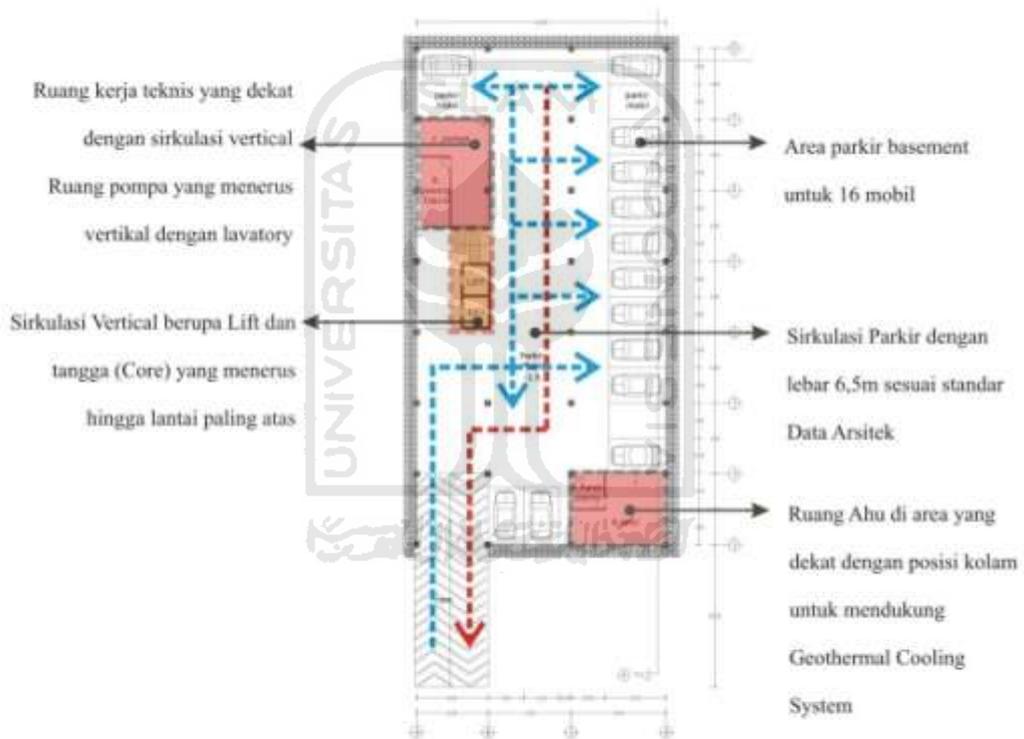
4.2. Konsep Tata Ruang dan Sirkulasi

4.2.1. Zonase Ruang

- Basement

Basement sebagian besar dikhususkan untuk area parkir mobil. Ruang Mekanikal dan elektrikl ditempatkan di basement, sehingga tingkat kebisingan yang mengganggu kegiatan perkantoran di lantai 1 dan di atasnya dapat dikurangi.

Basement



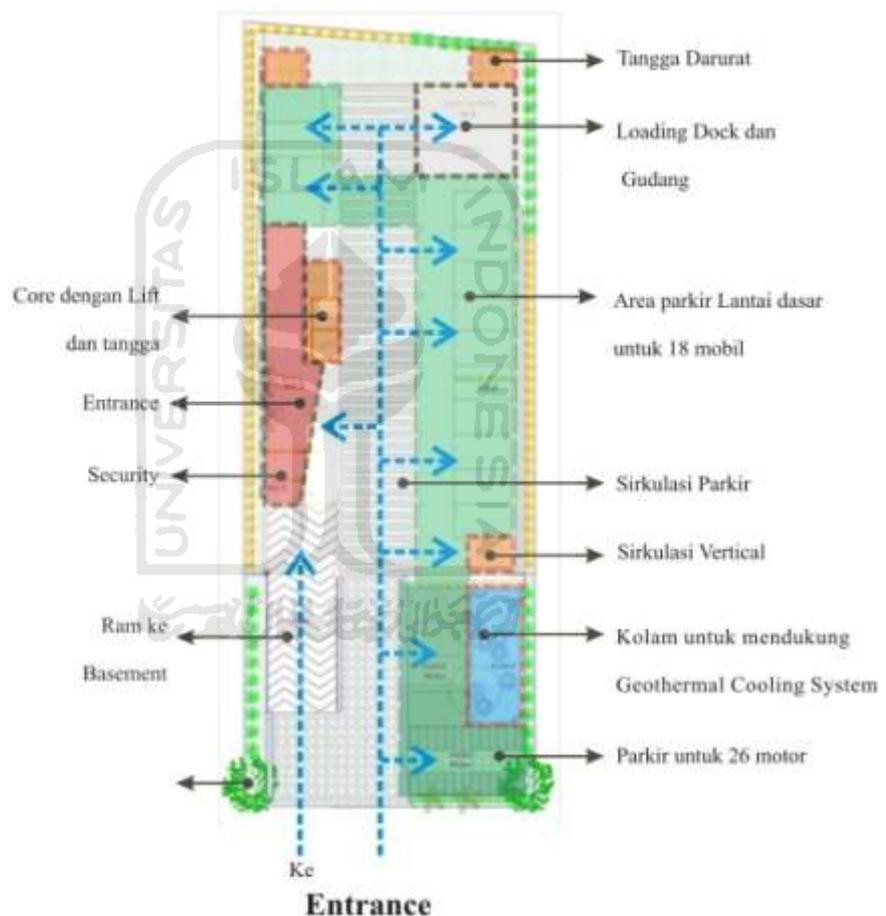
Gambar 4.3. Konsep Zonase Ruang Basement

Sumber : Konsep Penulis

- Lantai dasar

Lantai dasar difungsikan khusus sebagai area parkir outdoor, area pendukung dan area service. Adapun area sewa dikhususkan semuanya di lantai atas. Hal ini untuk memusatkan tipe ruang berdasarkan fungsinya, sehingga dapat memperlancar aliran informasi, barang dan orang.

Ground Floor



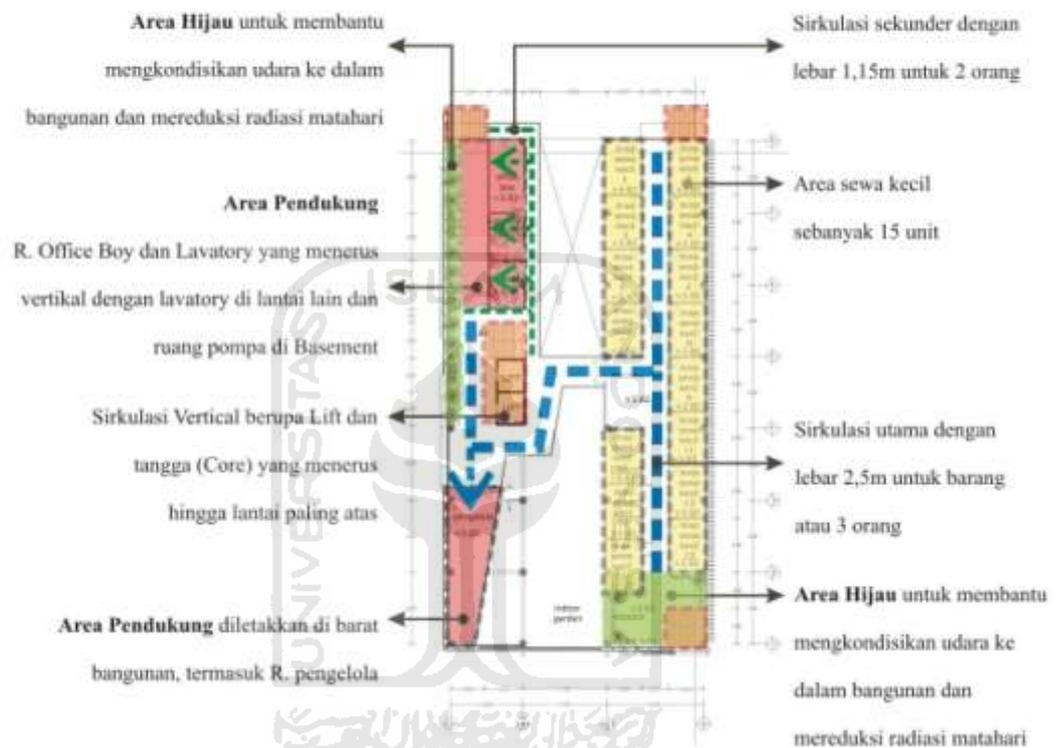
Gambar 4.4. Konsep Zonase Ruang Ground Floor

Sumber : Konsep Penulis

- Lantai Satu

Ruang sewa kecil dipusatkan di sisi timur lantai 1 ini. Area barat diperuntukkan bagi ruang pendukung dan ruang service.

Lantai 1



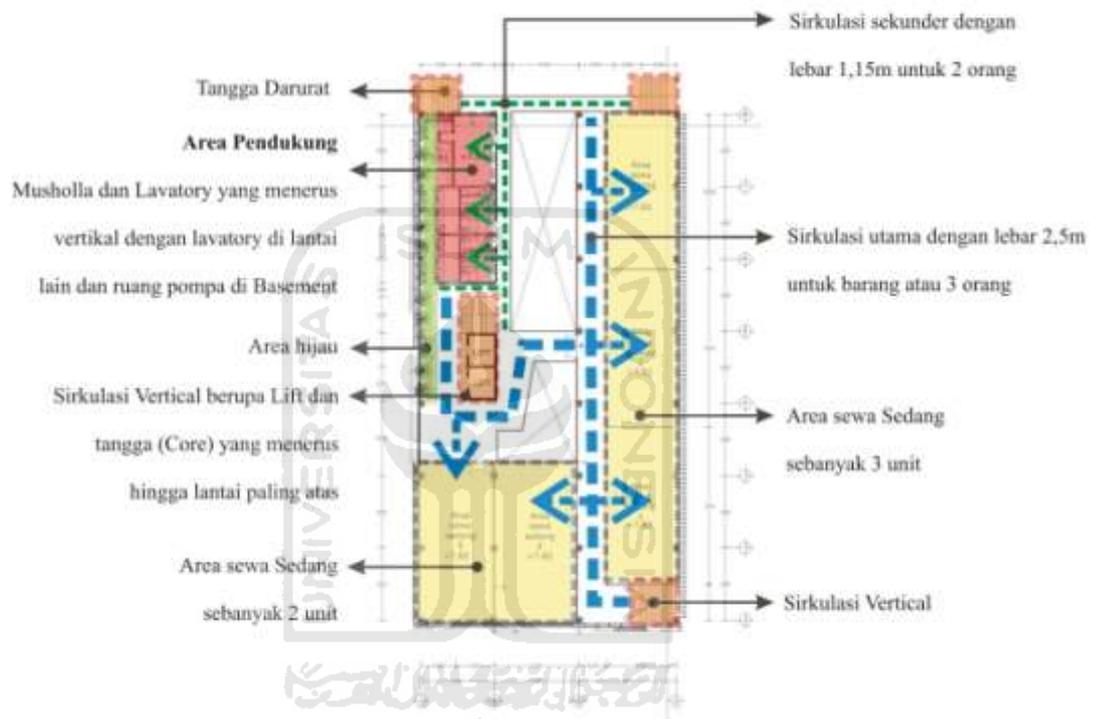
Gambar 4.5. Konsep Zonase Ruang Lantai 1

Sumber : Konsep Penulis

- Lantai Dua

Semakin ke atas, ruang akan semakin besar dan sifatnya menjadi lebih prestisius. Karena itu, area ini dikhususkan untuk area sewa sedang.

Lantai 2



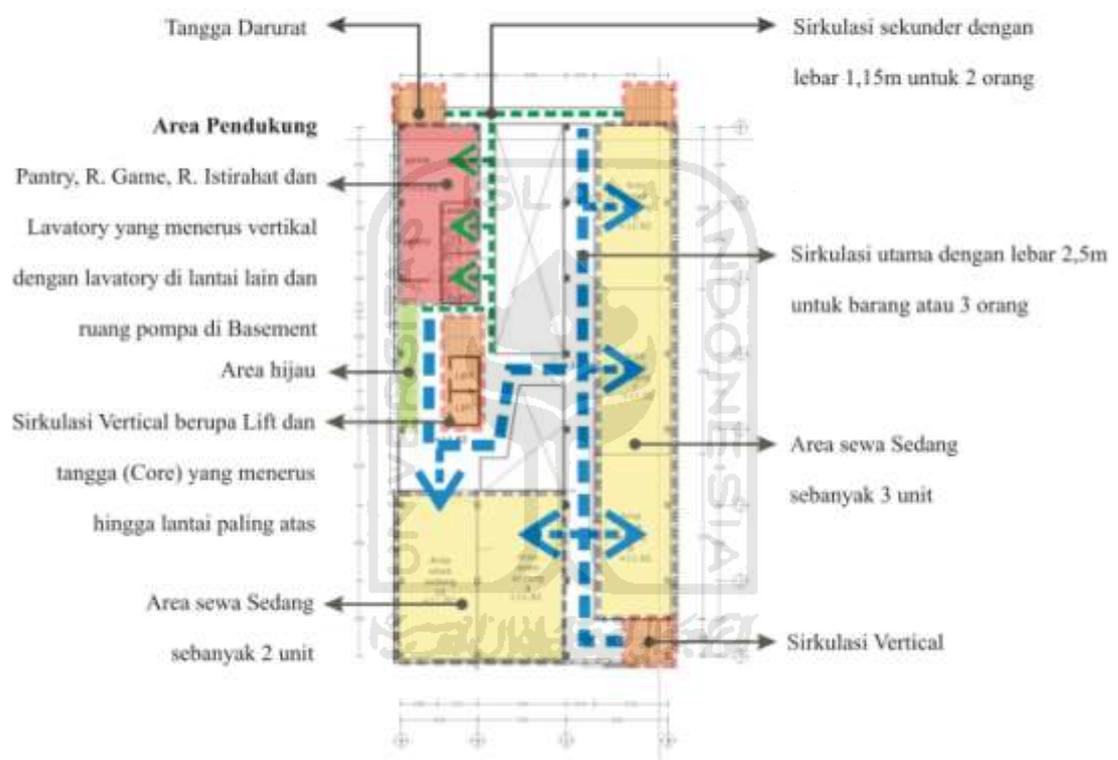
Gambar 4.6. Konsep Zonase Ruang Lantai 2

Sumber : Konsep Penulis

- Lantai Tiga

Area ini masih dikhususkan untuk area sewa sedang, pada sisi barat dan selatannya. Sedangkan area pendukung diposisikan pada area barat laut.

Lantai 3



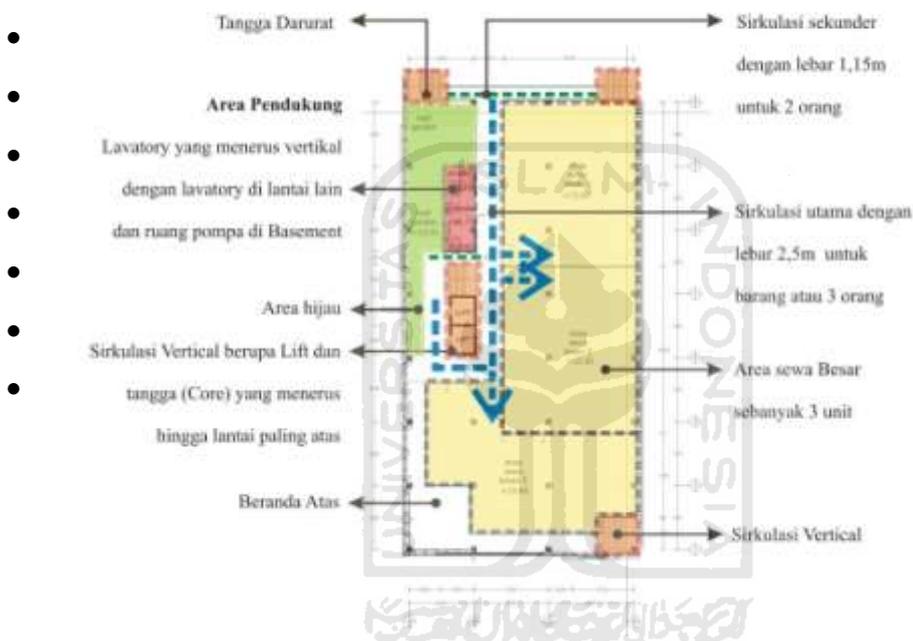
Gambar 4.7. Konsep Zonase Ruang Lantai 3

Sumber : Konsep Penulis

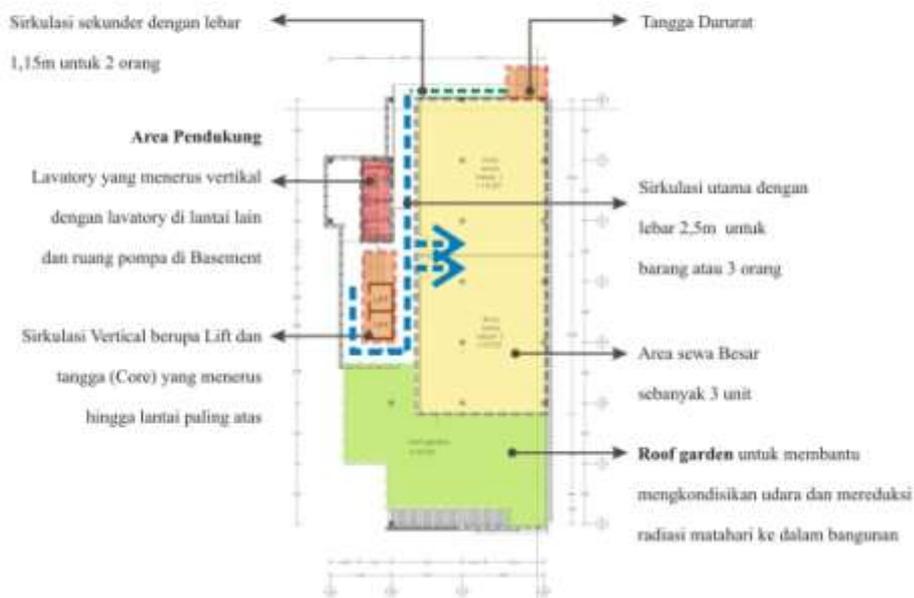
- Lantai Empat dan Lima

Dua lantai ini merupakan lantai tipikal untuk ruang sewa besar yang didukung oleh area roof garden sebagai pengurang radiasi matahari. Area roof garden juga akan diaplikasikan windcatcher sehingga akan semakin menunjang kenyamanan penghawaan di dalam ruangan.

Lantai 4



Lantai 5



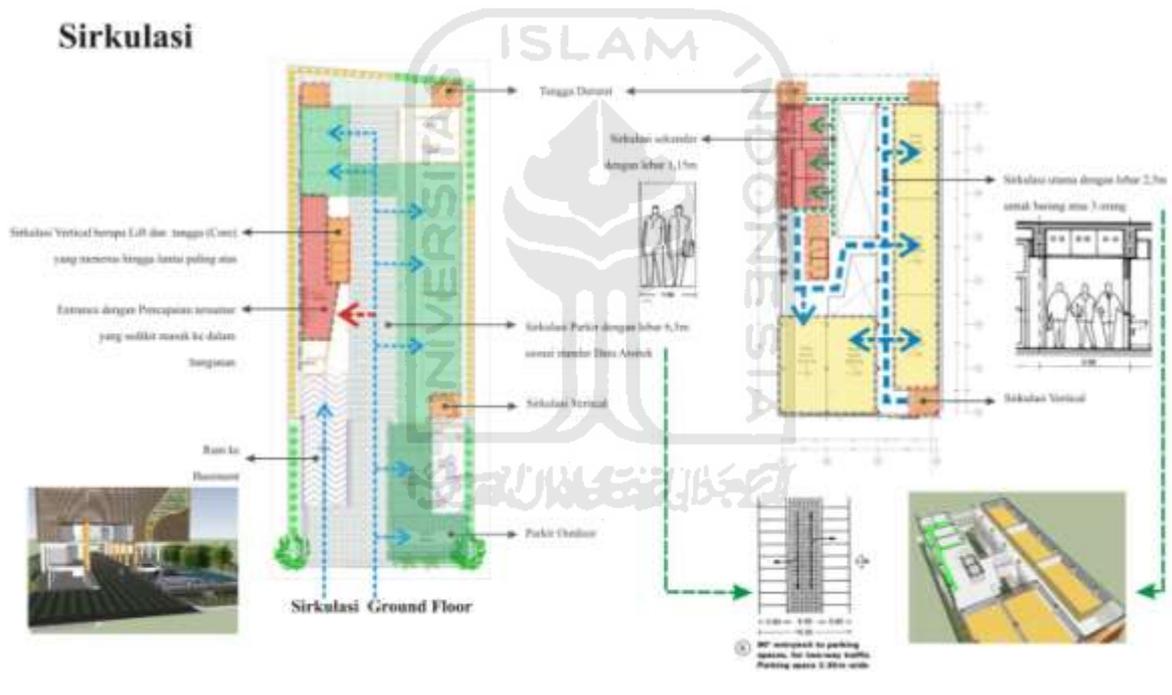
Gambar 4.8. Konsep Zonase Ruang Lantai 4 dan 5
Sumber : Konsep Penulis

- Atap

Atap merupakan area mengaplikasikan panel surya. Sebagian kecil dari area atap digunakan sebagai area mesin lift.

4.2.2. Sirkulasi

Sistem sirkulasi dirancang dengan sirkulasi radial sehingga akses menjadi cepat dan jelas antar ruangan. Kekurangan system sirkulasi ini adalah terjadinya penumpukan di titik pertemuan semua sirkulasi. Hal ini diatasi dengan mendesain koridor yang lebarnya 2,5m, yang merupakan lebar standar untuk 3 orang dan juga sirkulasi barang.



Gambar 4.9. Konsep Sirkulasi

Sumber : Konsep Penulis

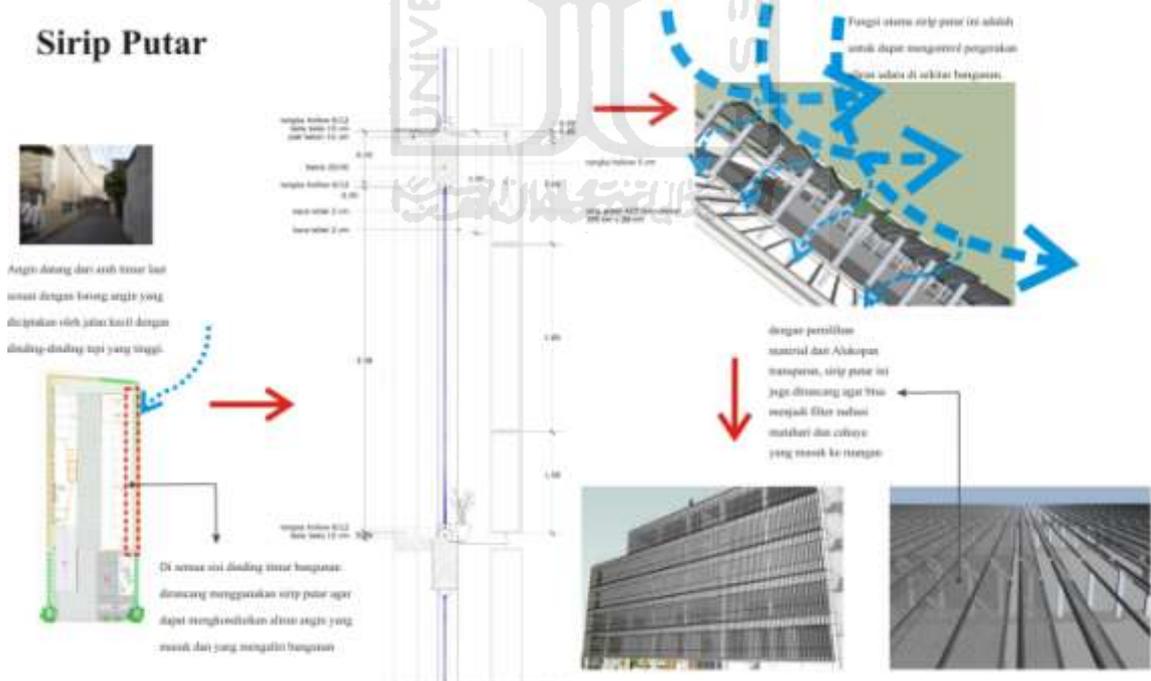
4.3. Pencahayaan, Penghawaan dan Penghindaran Panas

4.3.1. Pemantulan, Pembayangan dan Bukaannya pada Selubung Bangunan

Hampir semua sisi bangunan menggunakan material berupa kaca, yang selaras dengan bukaan yang juga bermaterial kaca. Namun penambahan aplikasi perangkat pemantulan dan pembayangan pada bagian depan dinding akan menjadi filter radiasi panas dan cahaya berlebih ke dalam bangunan.

A. Sirip Berputar

Sirip ini dapat diputar dan diaplikasikan pada selubung bangunan sebelah timur. Sirip ini memiliki fungsi utama sebagai pengarah aliran udara yang datang dari arah timur laut site. Sirip ini dirancang bisa berputar agar pengguna bangunan di dalam bangunan dapat mengatur sendiri sudut putarannya sehingga dapat dicocokkan dengan semua kondisi. Selain itu, sirip ini juga dirancang agar bisa menjadi filter bagi radiasi matahari dan cahaya yang masuk ke ruangan.

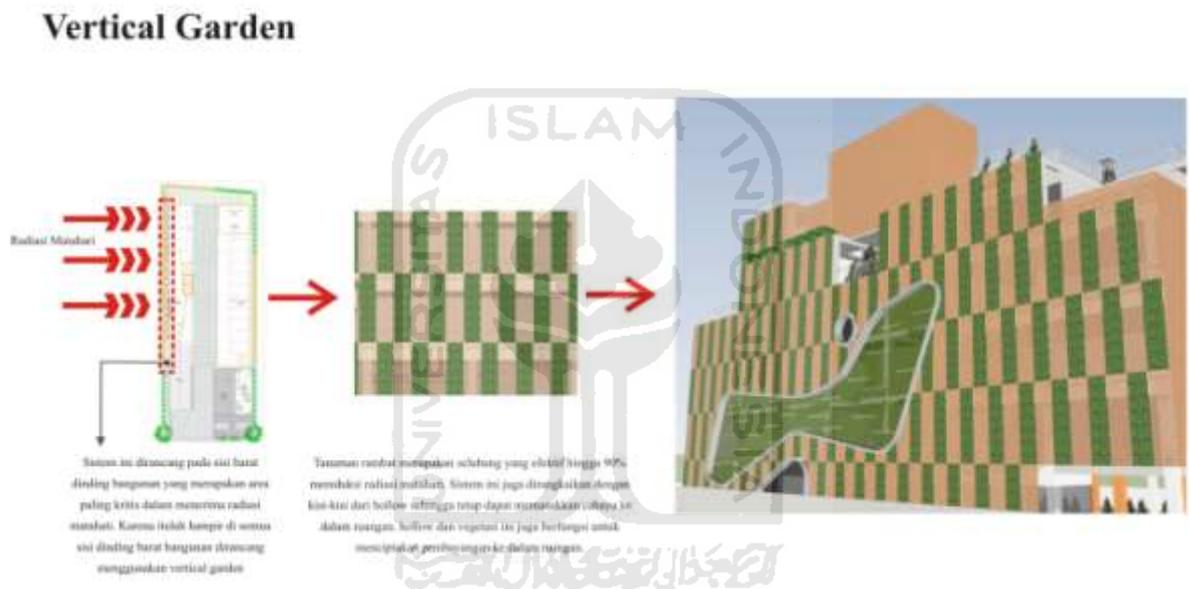


Gambar 4.10. Konsep Sirip Putar

Sumber : Konsep Penulis

B. Vertical Garden

Vertical garden yang dimaksud disini adalah pengaplikasian tanaman rambat sebagai selubung yang efektif mereduksi radiasi matahari. Sistem ini dirancang pada sisi barat dinding bangunan yang merupakan area paling kritis dalam menerima radiasi matahari. Sistem ini juga dirangkaikan dengan kisi-kisi dari hollow sehingga tetap dapat memasukkan cahaya ke dalam ruangan.

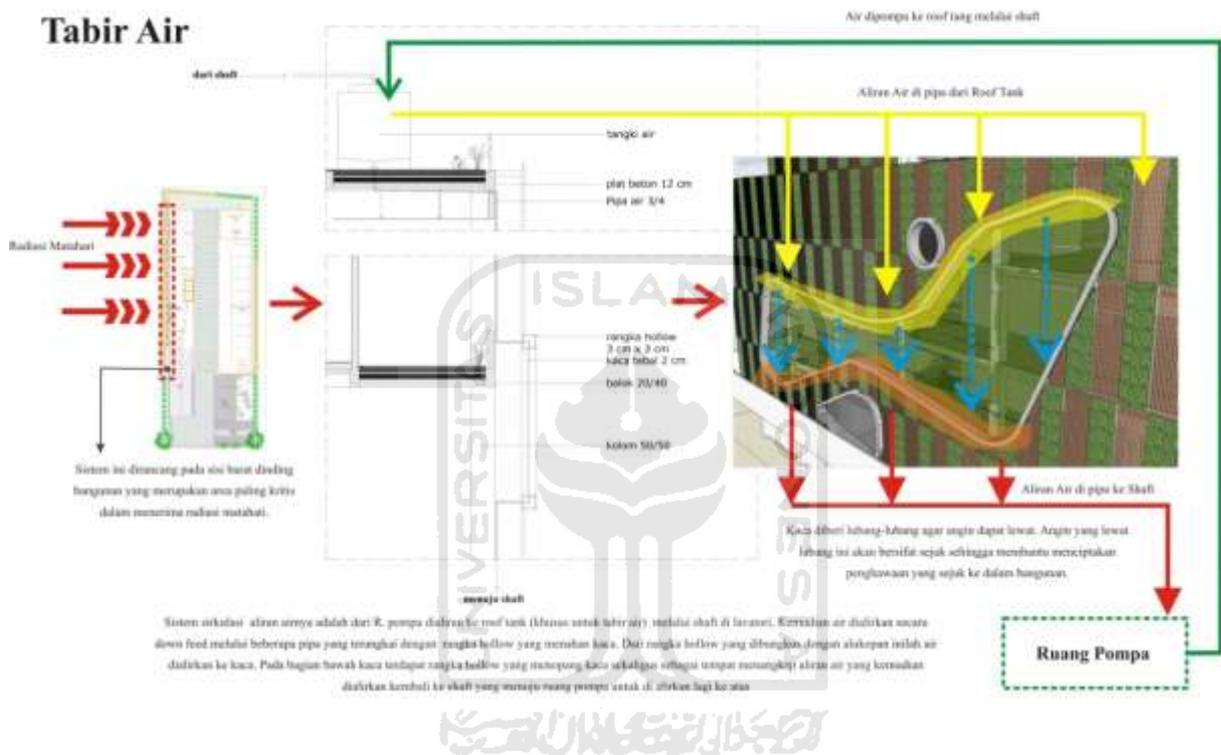


Gambar 4.11. Konsep Vertical Garden

Sumber : Konsep Penulis

C. Tabir air

Tabir air ini merupakan sistem dinding yang didesain menggunakan dua lapisan kaca yang ditengah-tengahnya dialiri sejumlah air sehingga dapat mereduksi panas, atau bahkan membantu menurunkan suhu udara di dalam ruangnya.



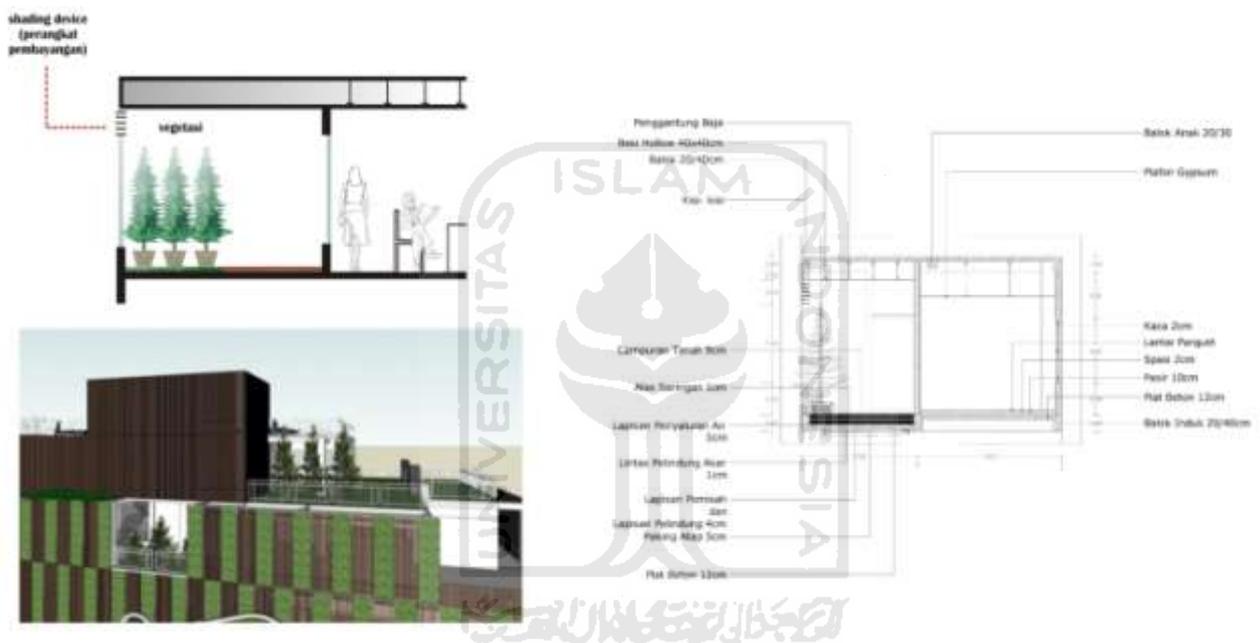
Gambar 4.12. Konsep Tabir Air

Sumber : Konsep Penulis

D. Indoor dan Roof Garden

Rumput adalah salah satu material yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam menyerap radiasi panas. Karena itu, atap dan dinding bangunan dirancang dengan menggunakan vegetasi-vegetasi yang selain menyerap radiasi, tetapi juga dapat menciptakan pembayangan ke ruang yang lebih dalam.

Indoor Garden dan Roof Garden

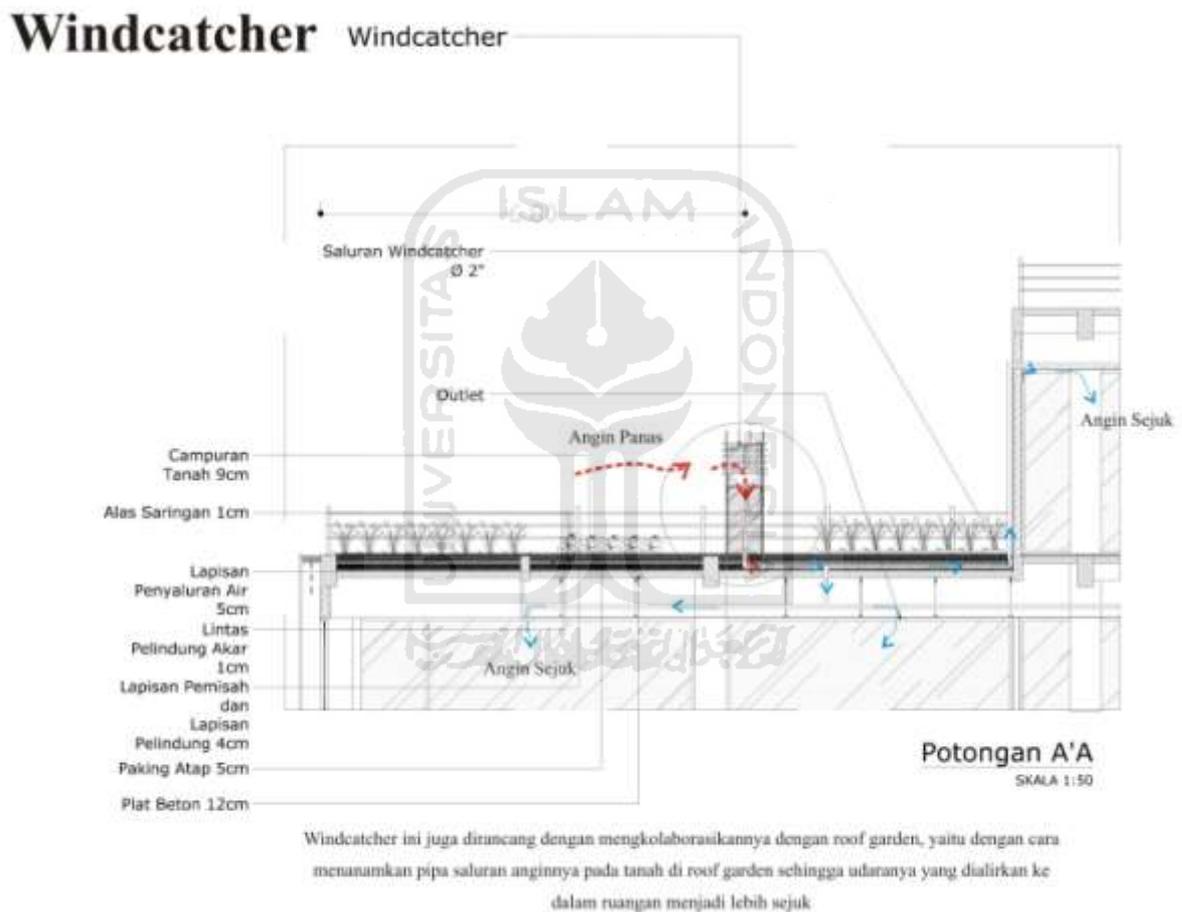


Gambar 4.13. Konsep Indoor Garden dan Roof Garden

Sumber : Konsep Penulis

4.3.2. Windcatcher

Atap bangunan dirancang dengan roof garden, dan windcatcher ini juga dirancang pada atap bangunan sehingga dapat menangkap angin lebih banyak. Karena itu, maka system ini akan dikolaborasikan dengan roof garden, yaitu dengan cara menanamkan pipa saluran anginnya pada tanah di roof garden sehingga udaranya yang dialirkan ke dalam ruangan menjadi lebih sejuk.



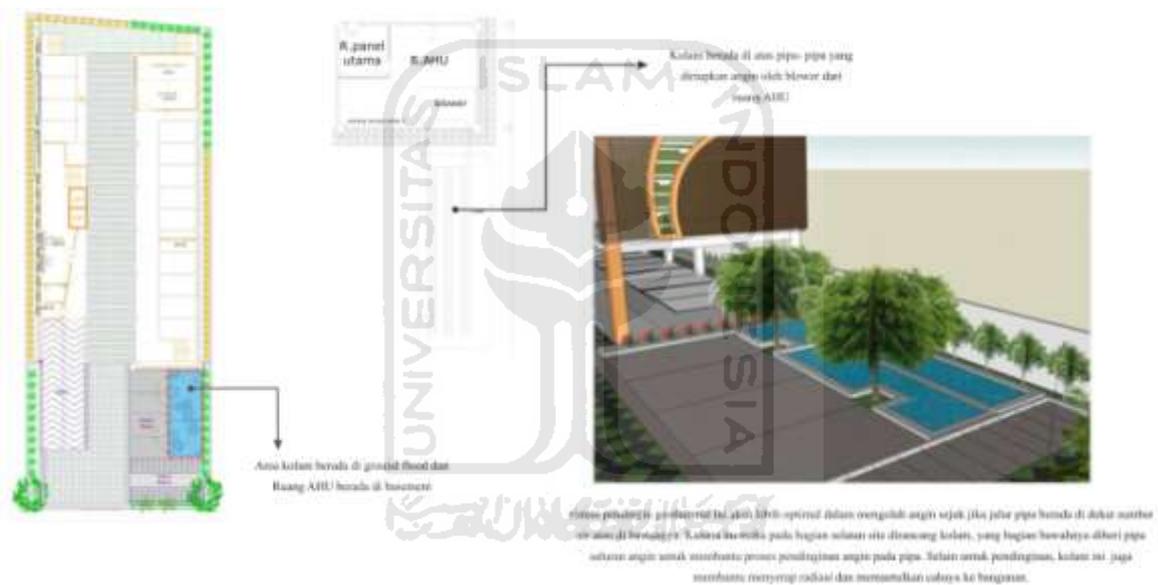
Gambar 4.14. Konsep Windcatcher

Sumber : Konsep Penulis

4.3.3. Geothermal Cooling System

Sebagai catatan, sistem pendingin geothermal ini akan lebih optimal dalam mengolah angin sejuk jika jalur pipa berada di dekat sumber air atau di bawahnya, karena itu maka pada bagian selatan site dirancang kolam, yang membantu proses pendinginan angin pada pipa, juga membantu menyerap radiasi dan memantulkan cahaya ke bangunan.

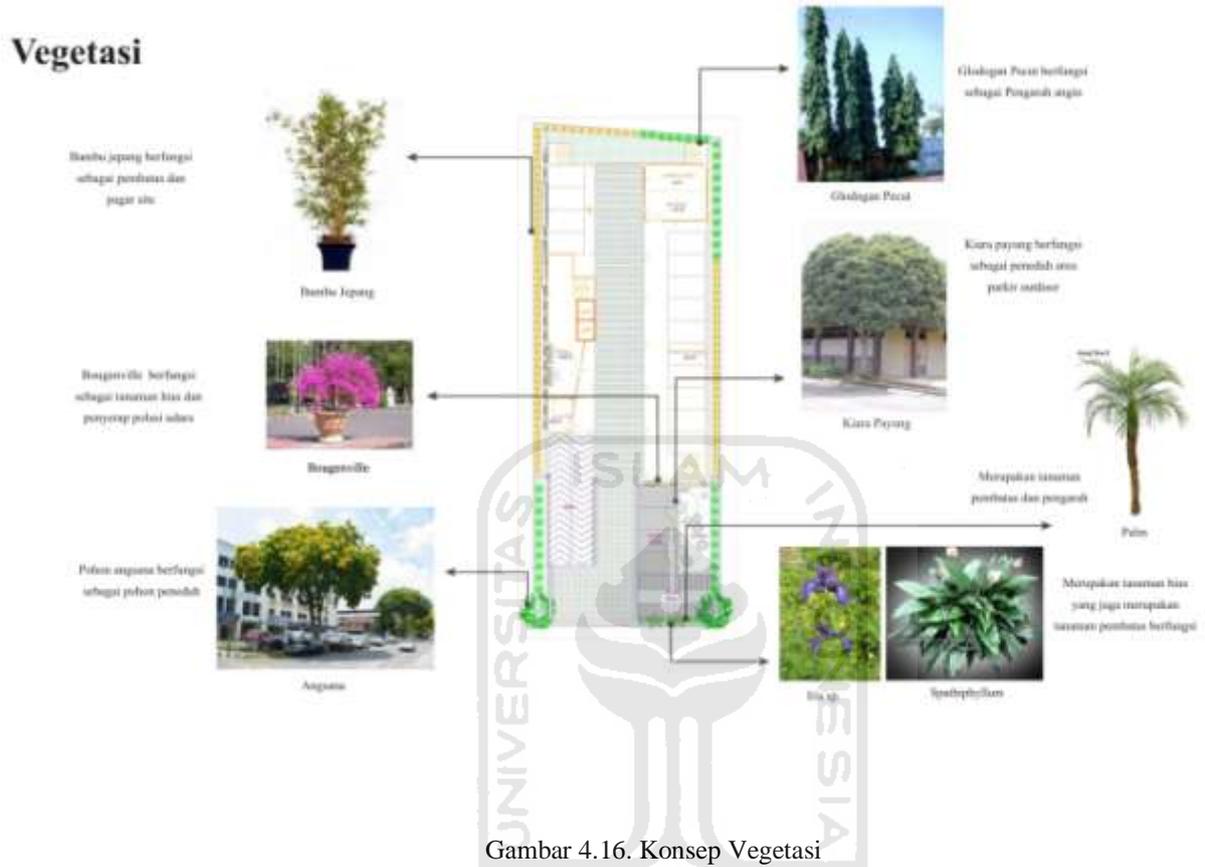
Geothermal Cooling System



Gambar 4.15. Konsep Geothermal Cooling System

Sumber : Konsep Penulis

4.3.4. Vegetasi

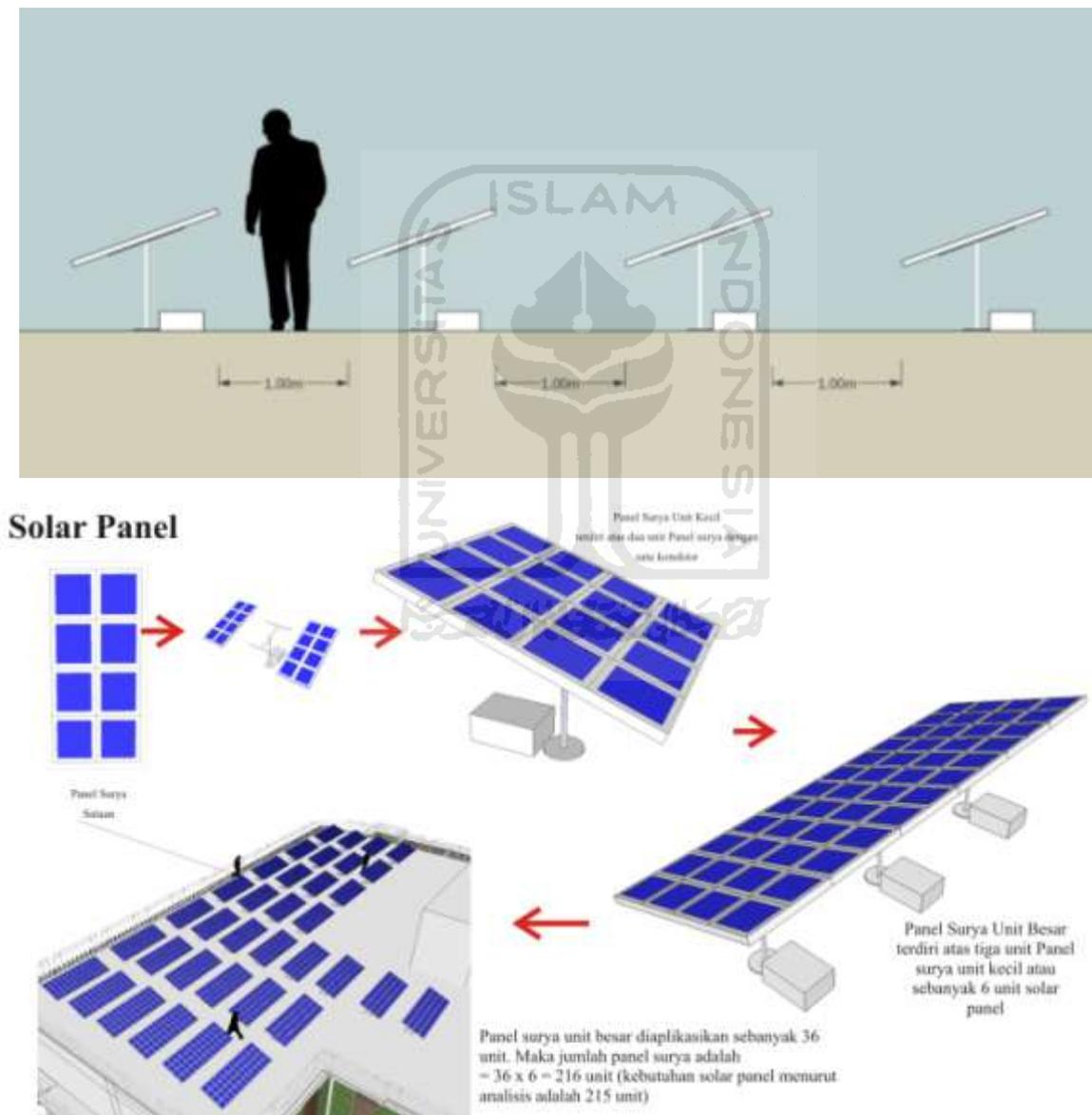


Gambar 4.16. Konsep Vegetasi

Sumber : Konsep Penulis

4.4. Aplikasi Solar Panel

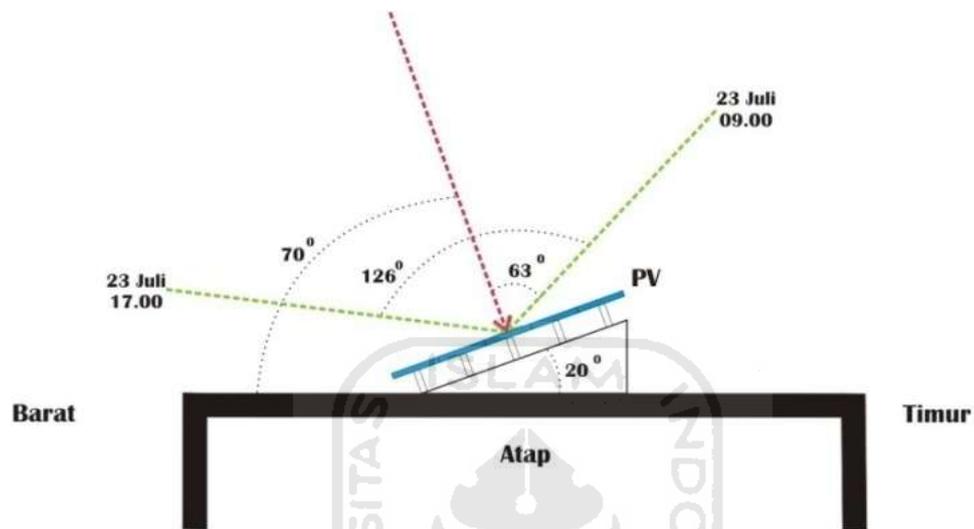
Berdasarkan posisi bangunan yang miring 0° terhadap poros utara, maka pemasangan solar panel akan mengikuti sumbu bangunan. Dari perhitungan kebutuhan listrik bangunan untuk pencahayaan dan elektronika, maka didapat kebutuhan daya sebesar 155779 Wh. Untuk menutupi kemungkinan-kemungkinan tak diinginkan dan untuk membudidayakan sumber daya listrik, maka ditentukan tenaga yang dihasilkan sebesar 110%, dimana akan tertutupi dengan pemanfaatan 215 unit panel.



Gambar 4.17. Konsep Aplikasi Panel Surya

Sumber : Konsep Penulis

Panel disusun dengan berkelompok, dimana 2 unit panel akan dirangkai dengan 1 kotak konektor sehingga menjadi 1 unit sedang yang terdiri dari 2 panel. Selanjutnya 3 unit dikelompokkan lagi menjadi satu unit besar. Dimana unit ini akan ditata dengan jarak 1m antara satu dengan lainnya.



Gambar 4.18. Konsep Aplikasi Sudut Panel Surya
Sumber : Konsep Penulis

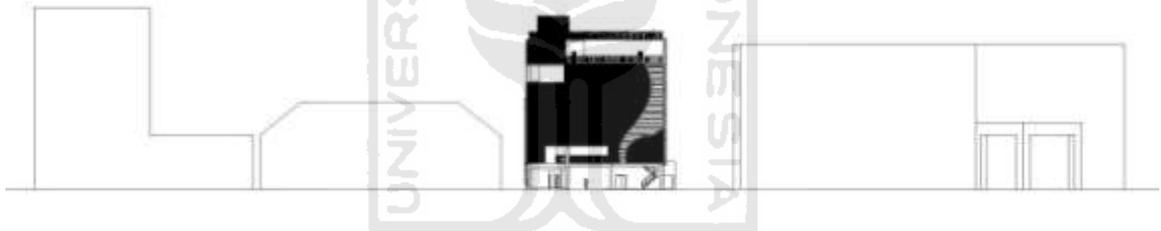
BAB V

HASIL PERANCANGAN

5.1. Situasi Dan Site Plan

5.1.1. Kawasan

Bangunan kantor sewa ini dirancang dengan bentuk persegi panjang agar setiap ruangnya dapat dioptimalkan tanpa ada bagian yang terabaikan dan tidak fungsional. Dalam merancang bukaan, perangkat pembayaran, dan selubung bangunan, maka dikaji tipologi bangunan sekitar, yang akan berpengaruh pada rancangan elemen-elemen bangunan. Contohnya adalah terjadinya pembayangan pada bangunan karena area yang padat, ataupun pembentukan lorong udara karena bentuk jalan di sekitar site.



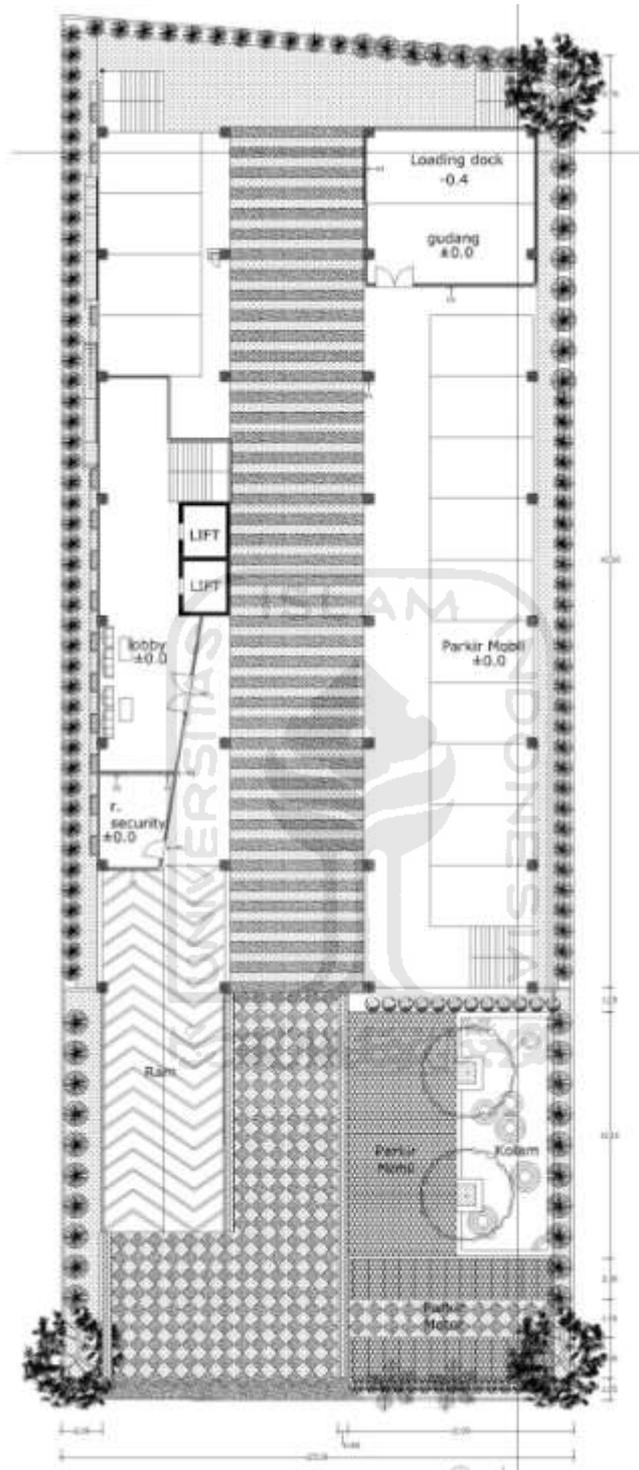
Gambar 5.1. Tampak Kawasan

Sumber : Hasil Desain Penulis

5.1.2. Siteplan

Saat memasuki site, maka untuk kendaraan mobil dapat diparkir di lantai dasar ataupun ke basement. Posisi ruang sekuriti yang dekat dengan entrance akan membantu dalam mengendalikan akses masuk dan juga sebagai pusat informasi.

Sebagai respon terhadap luas site yang sempit, maka akses keluar-masuk hanya ada satu. Sirkulasi vertical menggunakan lift yang berada di tengah-tengah bangunan, sehingga arus akses dari dan ke area di sekitarnya seimbang.



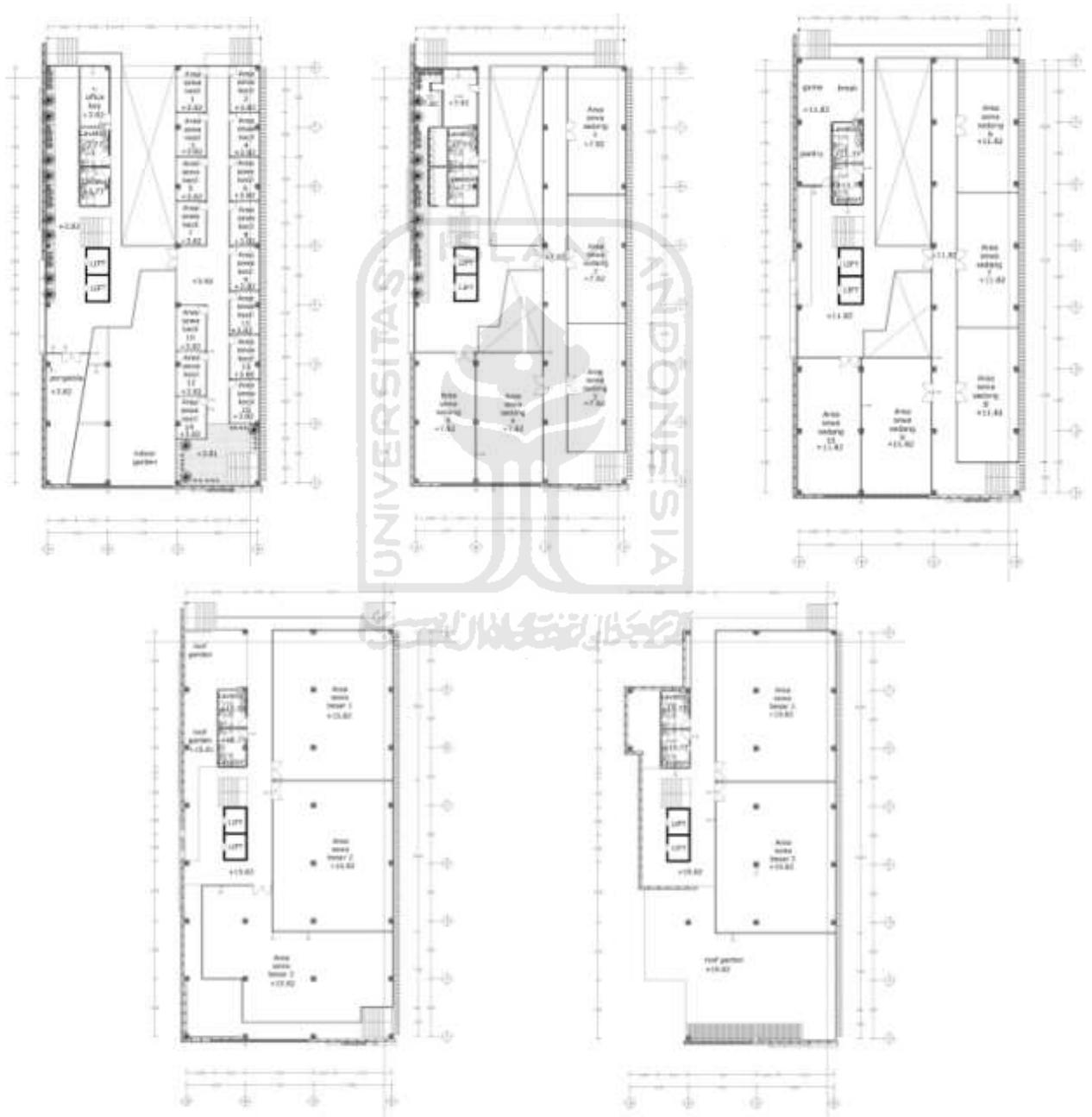
Gambar 5.2. Siteplan

Sumber : Hasil Desain Penulis

5.2. Konsep Tata Ruang dan Sirkulasi

5.2.1. Zoning Ruang

Zoning ruang kerja dirancang menggunakan ruang terbuka yang tidak dihalangi oleh dinding permanen, sehingga mudah dalam pengalihan fungsi ruang. Ruang sewa dikelompokkan atas tiga tipe yaitu ruang sewa kecil, sedang dan besar. Hal ini didasarkan pada standar manusia, perabot, dan tingkat kapasitas ruang.



Gambar 5.3. Zoning Ruang. Berturut-turut: lt.1, lt.2, lt.3, lt.4, lt.5

Sumber : Hasil Desain Penulis

5.3.1. Sirip Putar

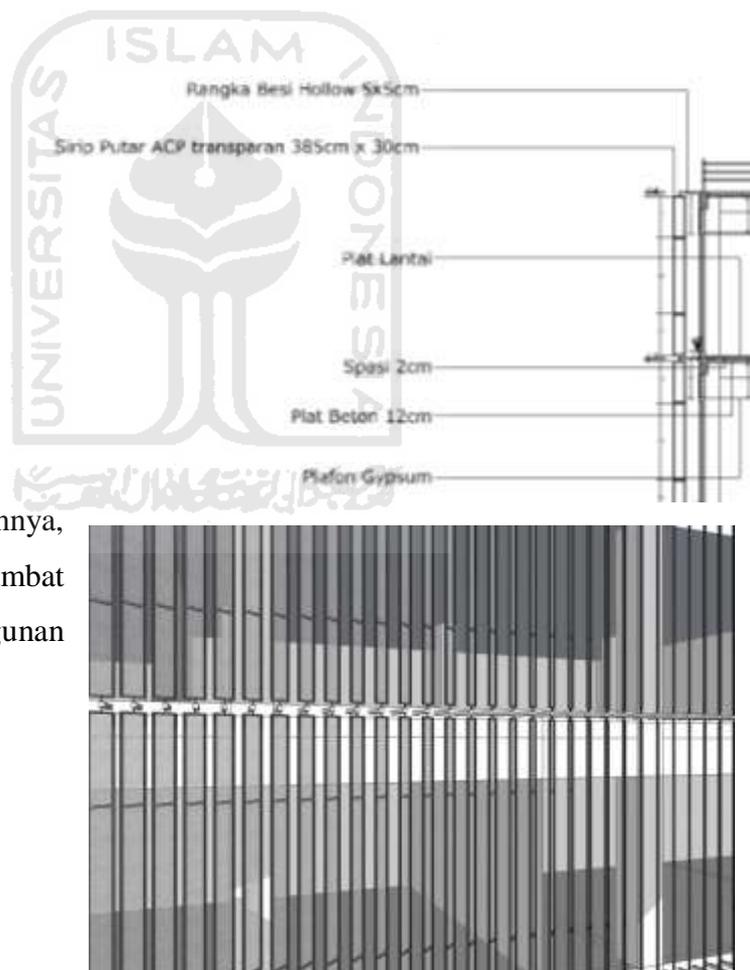
Berfungsi utama sebagai pengarah angin aliran udara, namun juga sekaligus sebagai filter radiasi panas dan cahaya matahari. Komponen aluminium komposit putih transparan yang akan mereduksi cahaya yang masuk pada ruang dengan dinding kaca.

Jarak 50cm dari dinding dirancang agar radiasi atau panas yang diterima permukaan sirip ini dapat di reduksi oleh tumbuhan dulu sebelum masuk ke dalam bangunan.

rangka menggunakan hollow 5cm x 5cm agar elemen bangunan ini ringan.

5.3.2. Vertical Garden

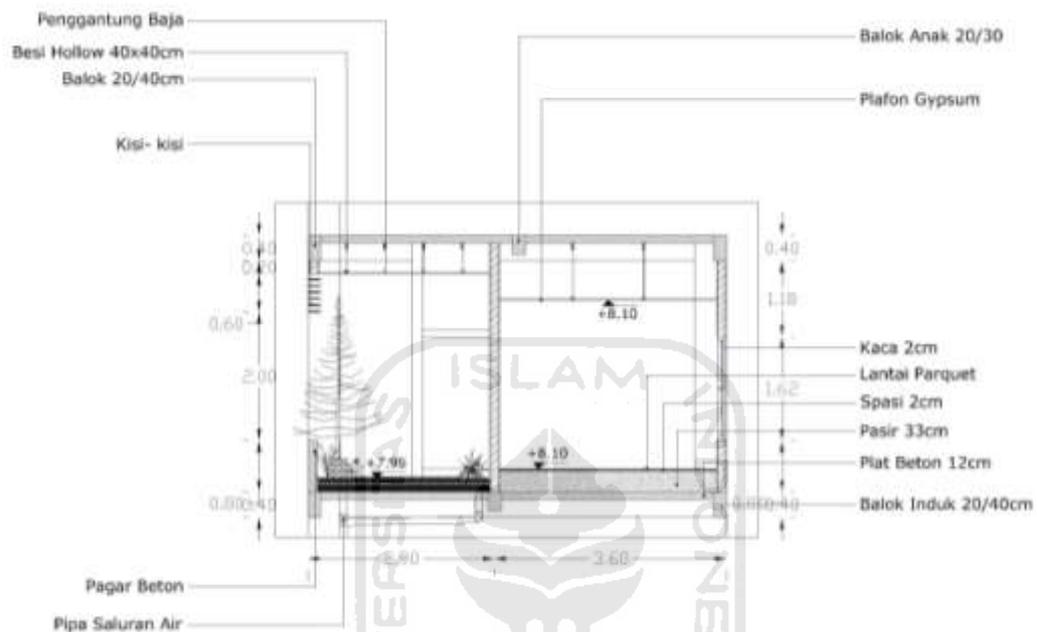
Sebagai elemen utama pereduksi panas, maka system ini dirancang dengan menggunakan lis dari hollow dan diberi kawat di tengahnya sebagai media rambat. Sebagai tempat menyimpan pot tanamannya, maka antara media rambat dengan dinding bangunan diberi jarak 30cm.



Gambar 5.5. Sirip Putar
Sumber : Hasil Desain Penulis

5.3.3. Indoor Roof Garden

Indoor garden di tepi-tepi bangunan dirancang sebagai pereduksi temperatur udara sebelum masuk ke ruang yang lebih dalam. Selain itu juga sebagai penyejuk dinding bangunan.

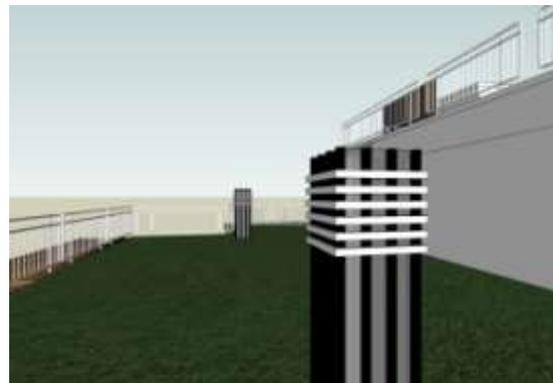


Gambar 5.6. Sirip Putar

Sumber : Hasil Desain Penulis

5.3.4. Roof Garden dan Windcatcher

Dua elemen ini dikombinasikan agar dapat menghasilkan udara yang sejuk ke dalam ruangan. Angin yang ditangkap akan disalurkan melalui pipa melewati tanak yang bersuhu lebih rendah yang kemudian akan disalurkan ke ruangan.

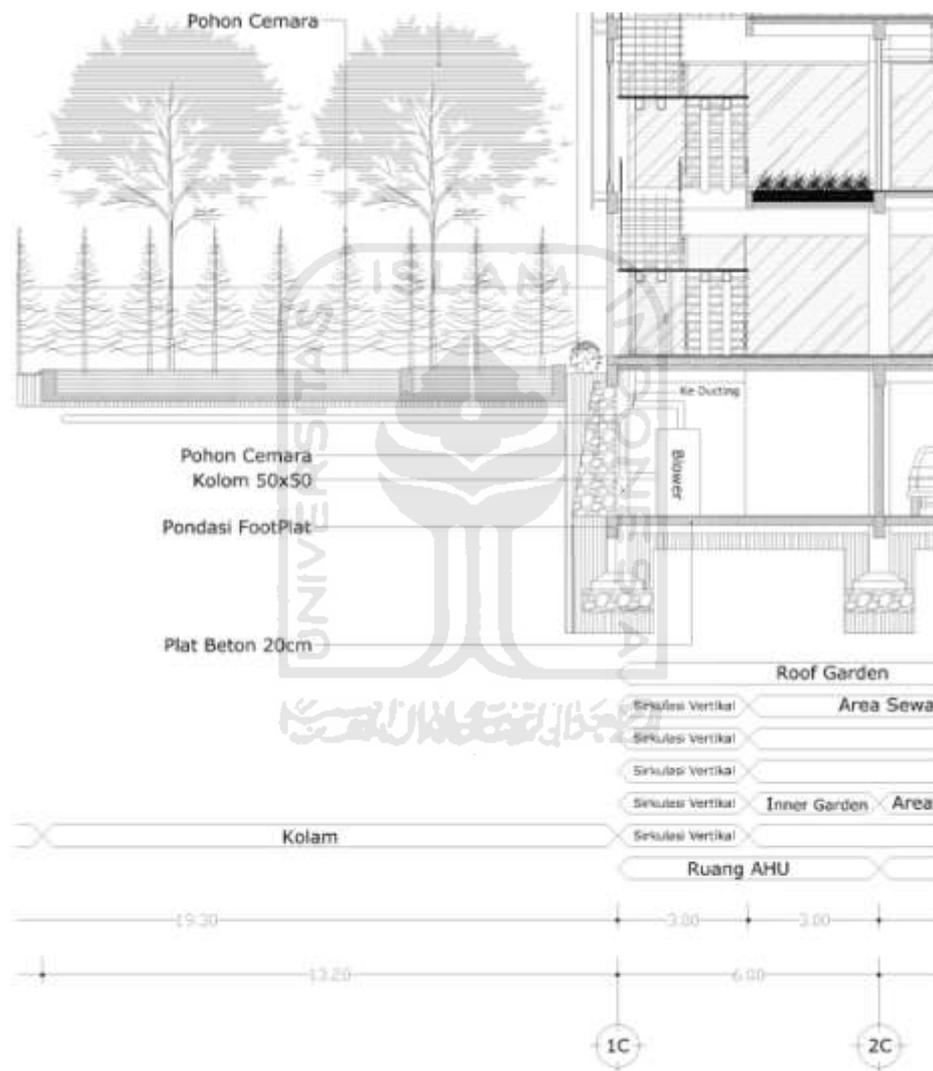


Gambar 5.7. Roof Garden dan Windcatcher

Sumber : Hasil Desain Penulis

5.3.5. Geothermal Cooling System

Blower akan membantu mengalirkan udara panas ke pipa yang akan mengalir di bawah kolam dengan tanah yang memiliki temperatur rendah sehingga akan mengubah suhu udara yang dialirkan menjadi lebih rendah, untuk kemudian dialirkan ke dalam bangunan.



Gambar 5.8. Geothermal Cooling System

Sumber : Hasil Desain Penulis

BAB V

EVALUASI HASIL PERANCANGAN

Berdasarkan hasil evaluasi akhir, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam rancangan, sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi pertimbangan pembaca dan sebagai acuan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

6.1. Tata Ruang dan Sirkulasi

Tata ruang dan sirkulasi yang efisiensi dapat dicapai dengan penggunaan ruang terbuka yang memiliki kelebihan, yaitu memiliki tingkat fleksibilitas ruang tinggi sehingga dapat merespon segala perubahan fungsi ruang. Ruang terbuka berbentuk kotak juga dapat menghindari timbulnya area yang tidak fungsional.

Untuk memenuhi kebutuhan pengguna, standar manusia, perabot, dan tingkat kapasitasnya, dapat dipertimbangkan pengadaan area-area sewa yang berbeda-beda.

- ✓ **Area kecil**, yaitu area untuk kapasitas 1-3 orang.

Dengan menggunakan standar per orang adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar $4,5 \text{ m}^2 \times 3 \text{ orang} = 13,5 \text{ m}^2$.

- ✓ **Area sedang**, yaitu area untuk kapasitas 1-15 orang.

Dengan menggunakan standar per orang adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar:

$$4,5 \text{ m}^2 \times 13 \text{ pegawai} = 58,5 \text{ m}^2$$

$$6,7 \text{ m}^2 \times 1 \text{ sekretaris} = 6,7 \text{ m}^2$$

$$13,4 \text{ m}^2 \times 1 \text{ direktur} = 13,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 58,5 \text{ m}^2 + 6,7 \text{ m}^2 + 13,4 \text{ m}^2 = 78,6 \text{ m}^2$$

- ✓ **Area besar**, yaitu area untuk kapasitas 1-40 orang.

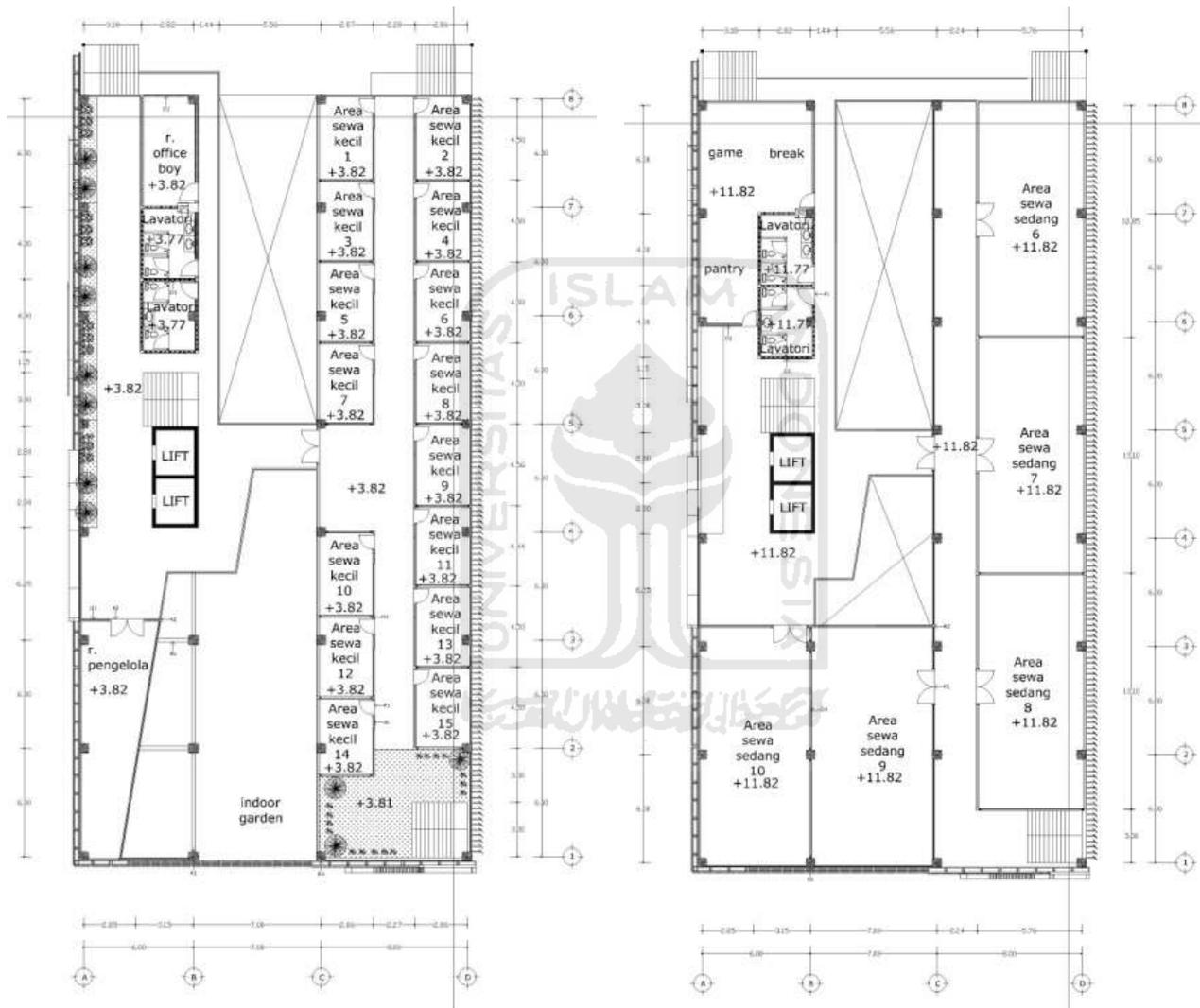
Dengan menggunakan standar per karyawan adalah $4,5 \text{ m}^2$, maka didapat luasan area kecil sebesar:

$$4,5 \text{ m}^2 \times 37 \text{ pegawai} = 166,5 \text{ m}^2$$

$$6,7 \text{ m}^2 \times 1 \text{ sekretaris} = 6,7 \text{ m}^2$$

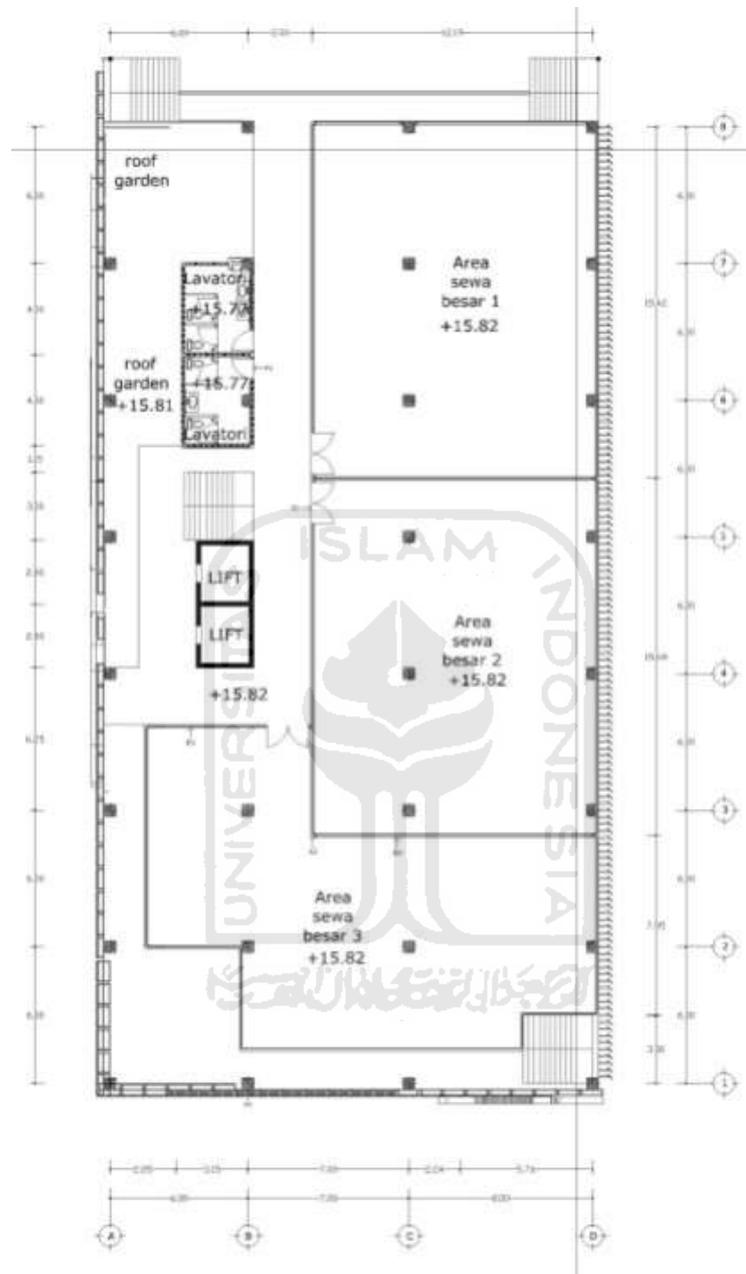
$$9,3 \text{ m}^2 \times 1 \text{ kepala bagian} = 9,3 \text{ m}^2$$

$$13,4 \text{ m}^2 \times 1 \text{ direktur} = 13,4 \text{ m}^2$$



Gambar 6.1. Area Sewa Kecil di Lantai 1 (Kiri) dan Area Sewa Sedang di Lantai 3 (Kanan)

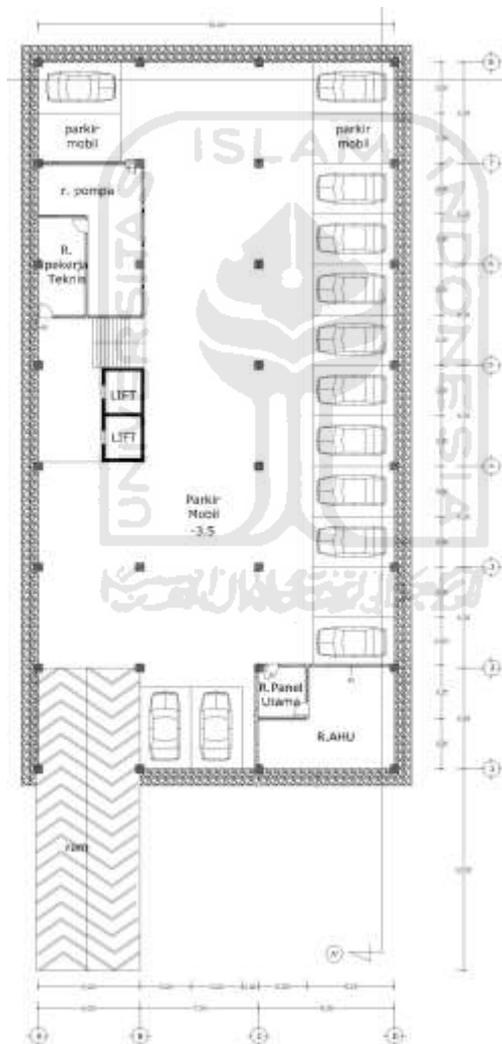
Sumber : Hasil Desain Penulis



Gambar 6.2. Area Sewa Besar di Lantai 4

Sumber : Hasil Desain Penulis

Dalam merancang grid struktur, bangunan ini menggunakan grid kolom 6m x 6m, 6m x 7m, 6m x 8m. Hal ini mempertimbangkan kebutuhan ruang kerja terbuka yang mengoptimalkan pemanfaatan ruang sehingga tercipta ruang sewa yang efisien. Pada area basement, desain parkir mobil hanya membutuhkan panjang area sebesar 5m, sehingga terdapat area sepanjang 3m yang kurang fungsional. Hal ini seharusnya menjadi perhatian khusus untuk desain-desain selanjutnya, dimana area ini dapat menjadi lebih fungsional dengan merancang ruang-ruang ataupun area sirkulasi ke lantai di atasnya.



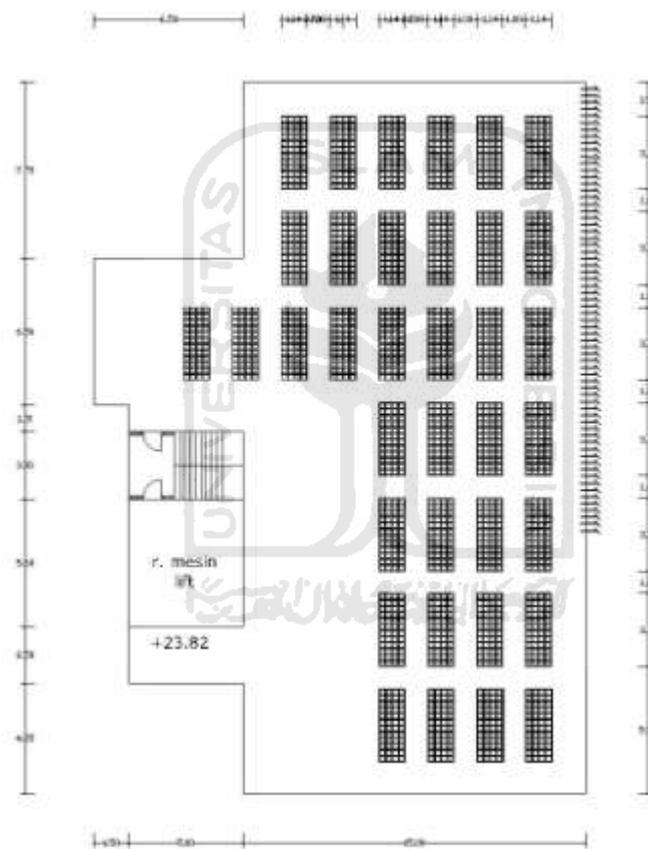
Gambar 6.3. Denah Basement

Sumber : Hasil Desain Penulis

6.2. Kantor Sewa Komersial

Kantor sewa komersial ini bertipe *middle rise building* (4-20 lantai) yang memiliki 6 lantai, 1 basement dan 1 area atap. Untuk mencapai nilai komersialnya, bangunan ini menyewakan 60% dari total ruang utamanya, tanpa memasukkan perhitungan area parkir. Ruang pendukung sendiri dianggap sebagai area servis. Hal ini sesuai dengan sistem persewaan menggunakan *Net Area System*.

6.3. Zero Carbon Building



Gambar 6.4. Denah Atap

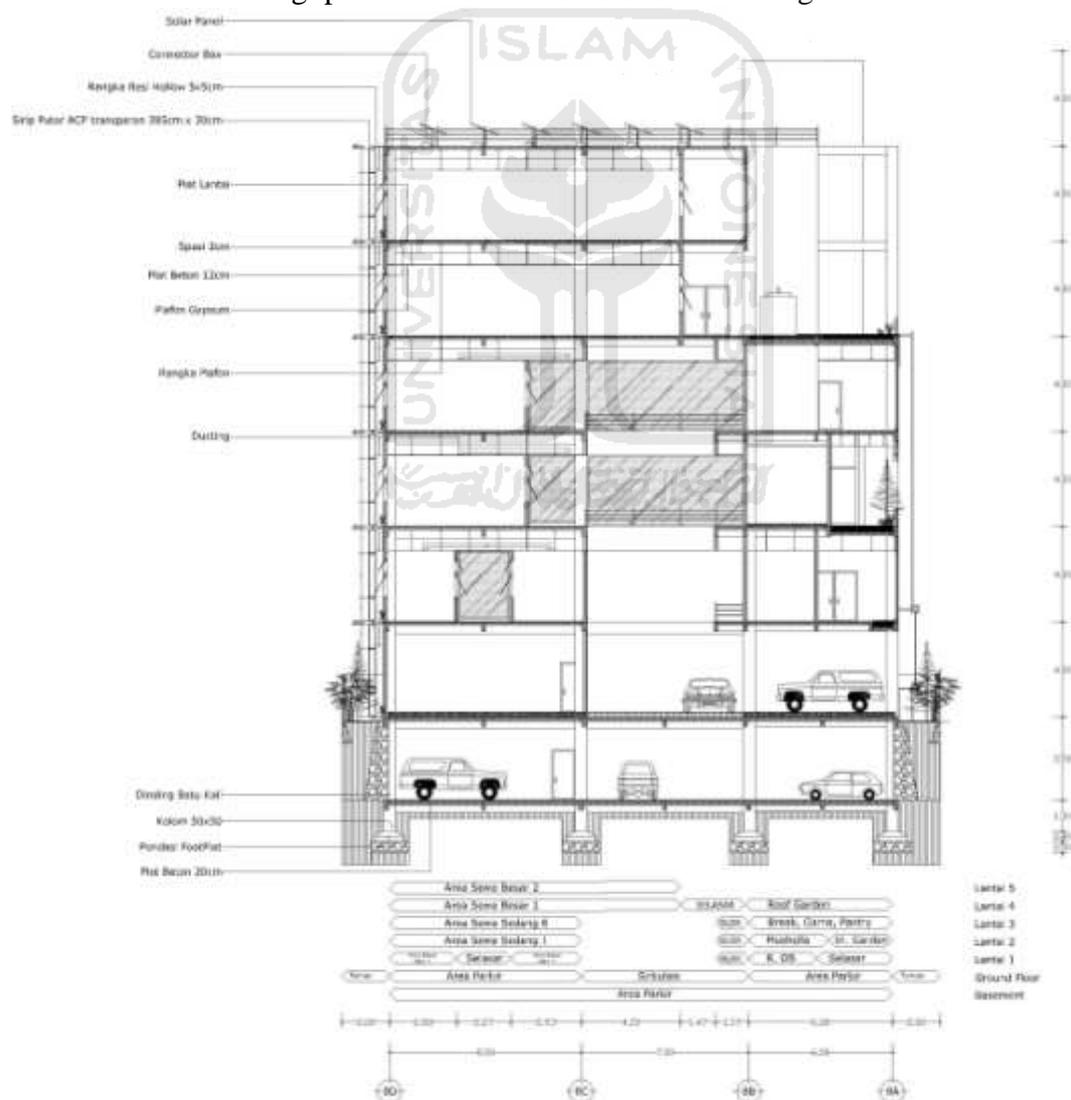
Sumber : Hasil Desain Penulis

Listrik yang dihasilkan pada bangunan ini akan menutup semua kebutuhan listrik bangunan (pencahayaan dan elektronika). Namun, untuk memberi kontribusi lebih, maka daya yang harus dihasilkan adalah 110% dari total energi yang dibutuhkan, dimana kelebihan daya yang dihasilkan akan disalurkan ke jaringan listrik PLN. Hal ini bertujuan untuk:

- Memberikan kontribusi kepada bangunan sekitarnya.
- Mengambil keuntungan dari pengadaan energi listrik yang berlebihan.
- Sebagai cadangan dan tabungan daya listrik jika energi yang dihasilkan kurang mencukupi.

6.4. Penghawaan Alami

Posisi *inlet* dan *outlet* bukaan pada bangunan ini dirancang secara diagonal dengan perbandingan 2:1, atau *inlet* setinggi 1m dan *outlet* sebesar 0,5m. Selain itu, posisi *inlet* bukaan berada 1m dari permukaan lantai mempertimbangkan aktifitas berdiri maupun duduk manusia dan mengoptimalkan aliran udara di dalam ruangan.



Gambar 6.5. Potongan Timur-barat Bangunan

Sumber : Hasil Desain Penulis

DAFTAR PUSTAKA

Sumber dari Buku / Referensi :

Ernist Neufert. 1986. Data Arsitek jilid I. Jakarta : Erlangga

Ernist Neufert. 1986. Data Arsitek jilid II. Jakarta : Erlangga

Heinz Frick dan FX. Bambang Suskiyatno. 1998. *Dasar- Dasar Eko- Arsitektur* seri 1.
Yogyakarta : Kanisius.

Heinz Frick dan FX. Bambang Suskiyatno. 1998. *Dasar- Dasar Eko- Arsitektur* seri 2.
Yogyakarta : Kanisius.

Marlina, Endy, 2008, Panduan Perancangan Bangunan Komersial, Penerbit Andi,
Yogyakarta

Sedarmayanti.2001.*Sumber Daya manusia dan Produktivitas Kerja* Bandung : Mandar
maju

Manasseh, L. & Cunliffe, R., *Office Building*, Mc. Graw Hill Inc, New York, 1989.

Sumber dari Internet :

Kompas.com, 2010. Perekonomian DIY Tumbuh 6,34 Persen, diakses pada tanggal 17
maret 2011

<http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2010/12/15/22285686/Perekonomian.DIY.Tumbuh.6.34.Persen>

Satria 11, 2010. Asuransi Syariah Berpotensi Tumbuh Hingga 150%, diakses pada
tanggal 23 April 2011

<http://satria11.blogspot.com/2010/05/asuransi-syariah-berpotensi-tumbuh.html>

Tribun- Timur.com, 2011. Harga Minyak Dunia Terus Melambung, diakses pada tanggal
22 Maret 2011

<http://makassar.tribunnews.com/2011/03/07/harga-minyak-dunia-terus-melambung>

Inovasi Online, 2005. Krisis Energi di Indonesia : Mengapa dan Hartus Bagaimana,
diakses pada tanggal 22 Maret 2011

http://io.ppijepang.org/v2/index.php?option=com_k2&view=item&id=135:krisis-energi-di-indonesia-mengapa-dan-harus-bagaimana

Dewi Blog's, 2009. Perbedaan Efisiensi dan Efektivitas, diakses pada tanggal 30 Juni 2011

<http://dewi.students-blog.undip.ac.id/2009/05/27/perbedaan-efisiensi-dan-efektivitas/>.

Wikipedia, 2011. Office, diakses pada tanggal 30 Maret 2011

<http://en.wikipedia.org/wiki/Office>.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2010. Program Penanggulangan Kemiskinan di Perkotaan, diakses pada tanggal 29 Maret 2011

<http://www.pnpm-perkotaan.org/wartadetil.asp?mid=3049&catid=2&>.

Uited Nations Environment Programme, 2006. Pencahayaan, diakses pada tanggal 29 Maret 2011

http://www.energyefficiencyasia.org/docs/ee_modules/indo/Chapter%20-%20Lighting%20%28Bahasa%20Indonesia%29.pdf

Astudioarchitect.com, 2010. Arsitektur Rumah Tinggal dan Desain Interior, diakses pada tanggal 29 Maret 2011

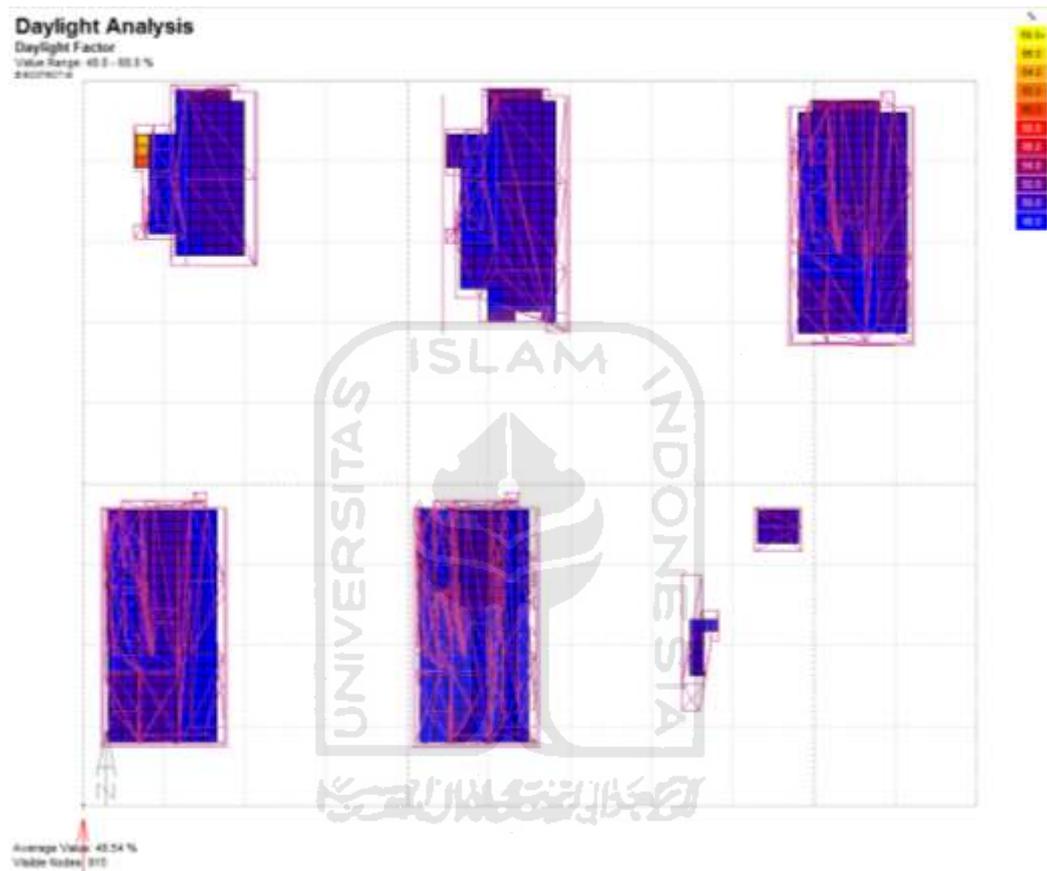
<http://probohindarto.wordpress.com/page/2/>



LAMPIRAN

HASIL PENGUJIAN DESAIN

1. Uji Intensitas Cahaya Matahari dengan Ecotect



Berdasarkan hasil pengujian menggunakan software tersebut menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari rata-rata yang diterima kantor sewa adalah 48,54% dengan value range 48,00% - 68,00%.

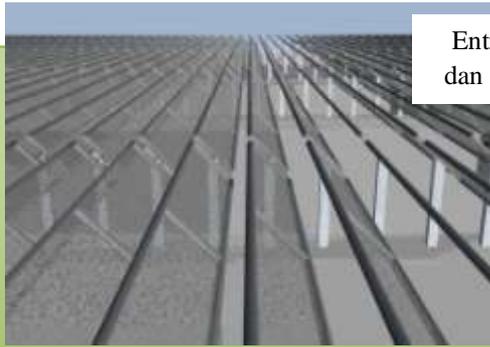
Jika diketahui *daylighting level* di area khatulistiwa adalah 10000 Lux, maka artinya, ruang kantor mendapatkan pencahayaan rata-rata sebesar 4854 Lux. Kemudian masukkan persentase visible light transmit kaca film 2 cm (18%) dan kemudian pewarnaan dinding kuning yang memantulkan 50% cahaya, maka akan didapat persamaan sebagai berikut.



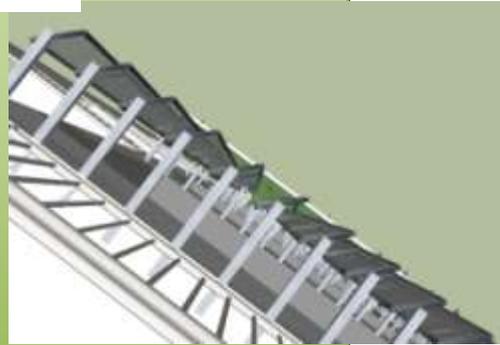
Nilai 436 Lux yang didapat ini terbukti sesuai dengan standar pencahayaan ruang, yaitu berkisar antara 300 – 500 Lux untuk kegiatan membaca dan membuat arsip, kantor untuk menggambar, perakitan mesin dan bagian yang halus, pekerjaan warna, dan tugas menggambar kritis. Uji Desain

2. Gambar Tiga Dimensi



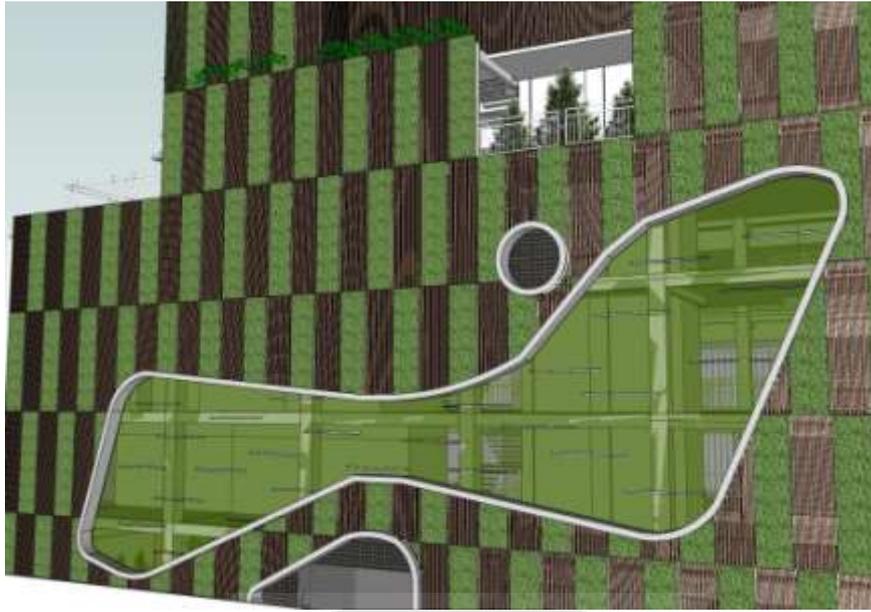


Entrance dan Parkir



Sirip Putar





Tabir Air



Inner Garden dan Roof
Garden



Windcatcher



Kolam penunjang Geothermal Cooling System



Aplikasi Panel Surya

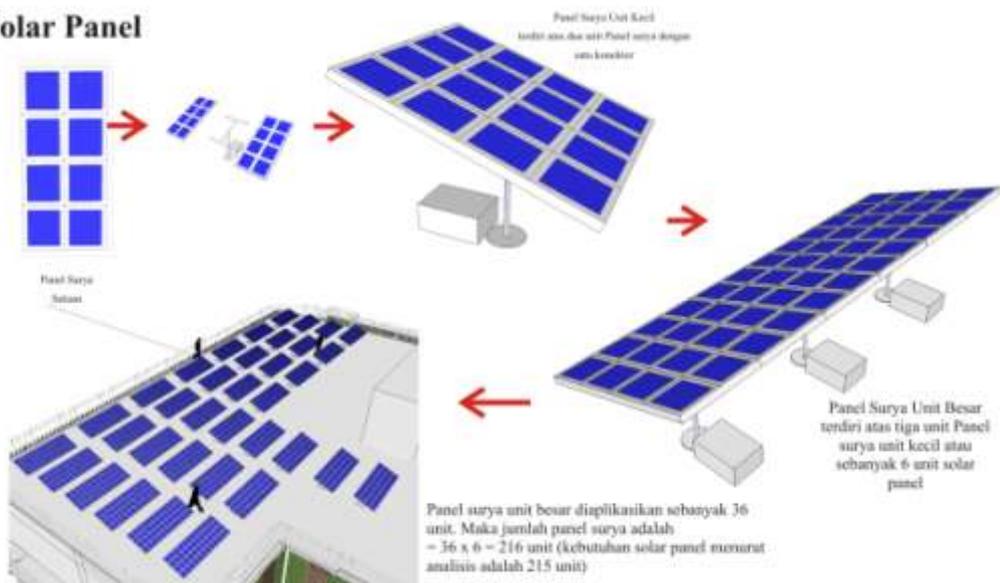
3. Uji Perhitungan Kebutuhan Solar Panel

$$\begin{aligned} \text{Total daya}_{\text{tanpa AC}} &= \text{daya total pencahayaan} + \text{daya total alat elektronik} \\ &= 59521 \text{ Watt} + 96258 \text{ Watt} \\ &= 155779 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Daya}_{110\%} &= 155779 \text{ Watt} \times 110\% \\ &= \mathbf{171357 \text{ Wh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan panel} &= 171357 \text{ Wh} / (100 \text{ watt} \times 8 \text{ jam}) \\ &= \mathbf{215 \text{ unit}} \text{ panel surya} \end{aligned}$$

Solar Panel



4. Uji Perhitungan Nilai Komersial Kantor Sewa

No	Uraian	Luasan (m ²)
1	Total Luas Tapak bangunan	1675
2	Total Bangunan, Basement dan Ruang Atap	3350
3	Luas Lantai Dasar Bangunan	1044

Besaran Ruang

No	Jenis Ruang	Luas Satuan	Jumlah Unit	Luas Area	Luas Total
1	<i>Rental Work Space (60%)</i>				2010 m ²
	Area Kecil	13,5 m ²	15 (14,88)	201 m ²	
	Area Sedang	78,6 m ²	10 (10,22)	804 m ²	
	Area Besar	195,9 m ²	5 (5,13)	1005 m ²	
2	<i>Support Spaces (15%)</i>				502,5 m ²
	Ruang Pengelola	-	-	40,5 m ²	
	Ruang Pendukung	-	-	255 m ²	
	Ruang Servis	-	-	93 m ²	
	Ruang Mekanikal	-	-	91 m ²	
	Ruang Elektrikal	-	-	23 m ²	
3	<i>Circulation Spaces (25%)</i>				837.5 m ²
Total					3350 m²

Persentase area sewa total terhadap Luas Bangunan

$$= \frac{2010}{3350} \times 100\% = 60\%$$



Kerangka Pola Pikir

Latar Belakang

1. Pertumbuhan ekonomi dan sumber daya manusia di Yogyakarta
2. Kebutuhan akan kantor sewa
3. Krisis energi, emisi karbon, dan peranan bangunan dalam mengurangi emisi karbon, yang direspon dengan perancangan kantor sewa yang berbasis pada konsep Zero Carbon Building

Permasalahan Umum

Bagaimana merancang kantor sewa berdasarkan pertimbangan efisiensi ruang dan efisiensi energi dengan menggunakan prinsip *Zero Carbon Buildings* dalam hal pemanfaatan pencahayaan dan penghawaan alami dan penggunaan solar panel.

Permasalahan Khusus

- Bagaimana merancang tata ruang dan alur sirkulasi kantor sewa yang efisien dan efektif juga merespon pencahayaan dan penghawaan alami?
- Bagaimana merancang bentuk dan selubung kantor sewa yang merespon peletakan instalasi solar panel pada selubung bangunan, juga merespon kenyamanan thermal dalam bangunan?

Pemecahan Masalah

- Tata ruang yang efisien
- Orientasi, tata massa, dan bentuk bangunan yang tanggap terhadap iklim mikro
- Bukaan , perangkat pemantulan dan pembayangan cahaya, yang mendukung penghawaan dan pencahayaan alami, serta penghindaran panas
- Aplikasi solar panel pada selubung bangunan
- Vegetasi dan ground cover yang mendukung aspek kenyamanan bangunan

Kajian Kantor Sewa

- Pengertian
- Macam-macam
- Standar dan kebutuhan ruang
- Unsur-unsur pendukung efisiensi kantor
- Prinsip-Prinsip
- Pengguna kantor sewa

Persoalan Desain

- Tata ruang
- Tata massa
- Selubung
- Bukaan
- Material
- Vegetasi & Ground Cover

Kajian Zero Carbon Buildings

- Pengertian
- Prinsip-prinsip Zero Carbon Building
- Aplikasi dan perancangannya pada bangunan

Konsep

Analisis

- Program ruang
- Orientasi dan bentuk bangunan
- Zona ruang
- Pola ruang
- Vegetasi dan ground cover
- Sirkulasi
- Bukaan
- Perangkat pemantulan dan pembayangan cahaya
- Teknologi sel surya

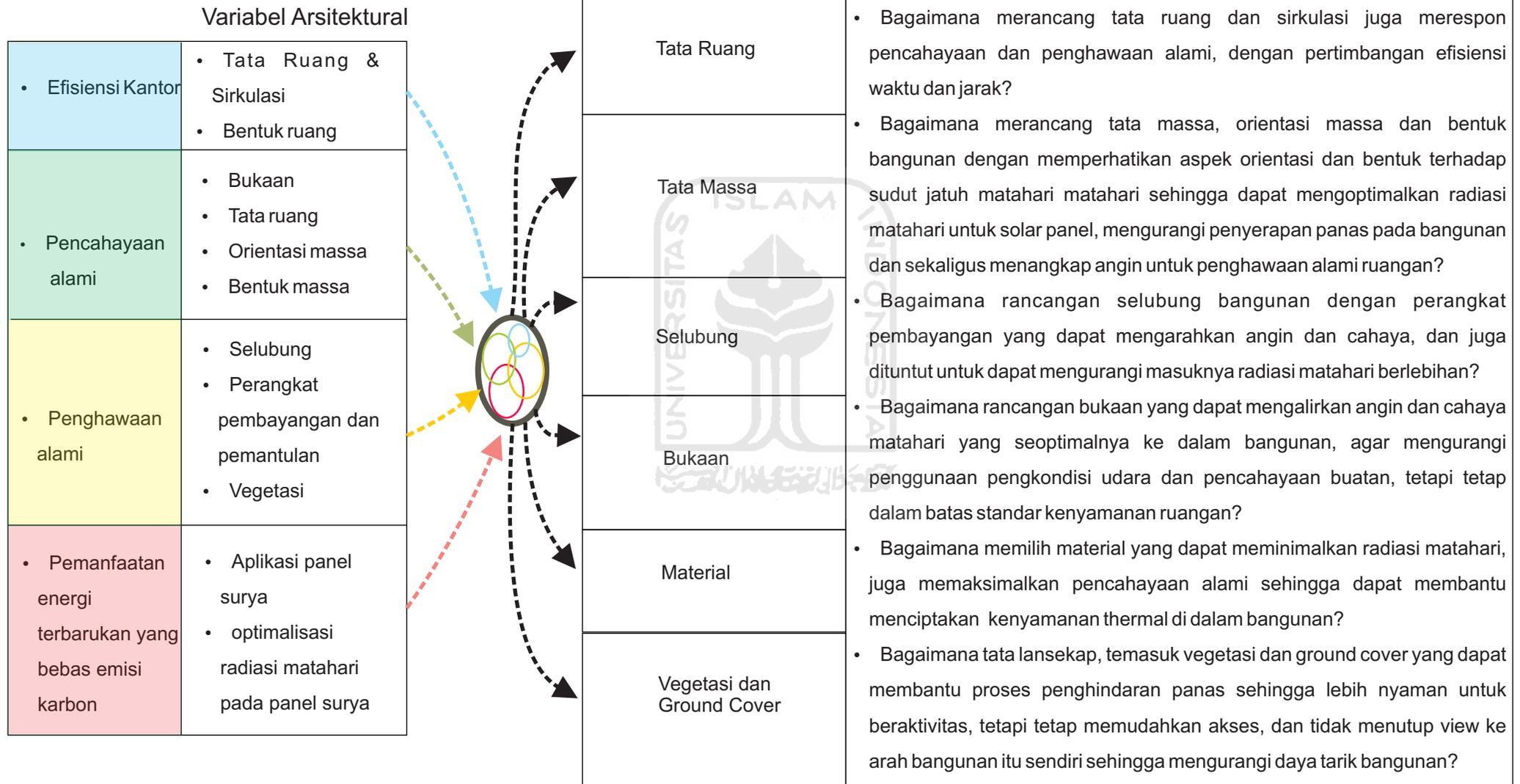
Desain Skematik

Pengujian Desain

- Software Ecotect
- Perhitungan Panel
- Perhitungan Persentase Ruang Sewa

Pengembangan Rancangan

Penelusuran Persoalan Desain



Pemecahan Persoalan Desain

1. Tata Ruang, Sirkulasi dan Material
 - Analisis Kebutuhan Ruang
 - Analisis Besaran Ruang
 - Analisis Persyaratan Fungsi Ruang
 - Analisis Hubungan Ruang
 - Analisis Pola Ruang Kerja
 - Analisis Sirkulasi
 - Material
2. Tata Massa, Orientasi Massa dan Solar Panel
 - Analisis Zoning Ruang berdasarkan Lintasan Matahari
 - Analisis Zoning Vertikal Ruang
 - Analisis Kebutuhan Energi Listrik
 - Analisis Sistem dan Jenis Solar Panel
 - Analisis Jumlah solar Panel yang dibutuhkan
 - Aplikasi Panel Surya pada bangunan
3. Perancangan Selubung Bangunan dan Penghawaan
 - Analisis Buka-an
 - Analisis Dimensi dan Sirip
 - Analisis Selubung
 - Sistem Penghawaan Pasif

1. Tata Ruang, Sirkulasi dan Material

Kebutuhan Ruang

No	Jenis Ruang	Kebutuhan Ruang
1	<i>Rental Work Spaces</i>	R. Direktur
		R. Kepala Bagian
		R. Sekretaris
		R. Staff
		R. Rapat
		R. Tunggu
2	<i>Support Spaces</i>	<i>Filing space</i>
		<i>Storage space</i>
		<i>Print and copy area</i>
		<i>Mail area</i>
		<i>Pantry area</i>
		<i>Break Area</i>
		<i>Locker area</i>
		<i>Smoking room</i>
		<i>Library</i>
		<i>Games room</i>
		Mushalla
		<i>Lavatory</i>

Kebutuhan Ruang

3	Circulation Services+Parking	Lift Lobby
		Corridors
		R. elevator
		R. Tangga darurat
		R. Parkir Indoors
4	Mechanical & Electrical Space	Ruang Genzet
		Ruang pompa
		Ruang Operator Sistem ME
		Air Conditioning
		Central Communication
		System(CCTV, Sound System, PABX)
5	Outdoors	Halaman parkir
		Drop off area
		Security
6	Roof	Panel surya
		Roof tank
		Antenna IT

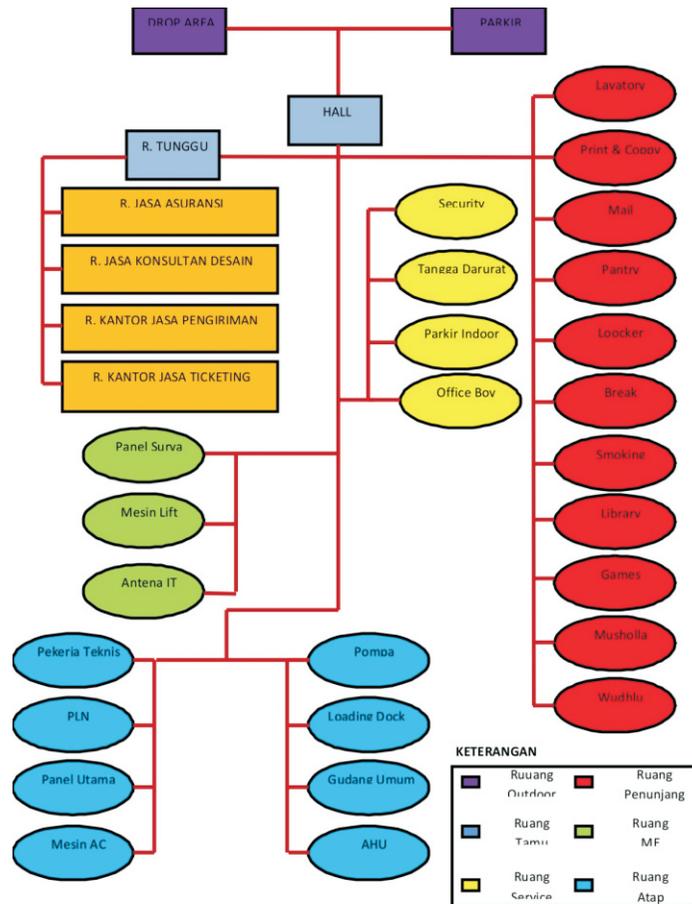
Sumber: Analisis Penulis

Besaran Ruang

No	Jenis Ruang	Luas Satuan	Jumlah Unit	Luas Area	Luas Total
1	<i>Rental Work Space (60%)</i>				2010 m ²
	Area Kecil	13,5 m ²	15 (14,88)	201 m ²	
	Area Sedang	78,6 m ²	10 (10,22)	804 m ²	
	Area Besar	195,9 m ²	5 (5,13)	1005 m ²	
2	<i>Support Spaces (15%)</i>				502,5 m ²
	Ruang Pengelola	-	-	40,5 m ²	
	Ruang Pendukung	-	-	255 m ²	
	Ruang Servis	-	-	93 m ²	
	Ruang Mekanikal Elektrikal	-	-	91 m ²	
	Atap	-	-	23 m ²	
3	<i>Circulation Spaces (25%)</i>				837,5 m ²
4	<i>Parking Area</i>				823,5 m ²
Total					4173,5 m²

Sumber : Analisis Penulis

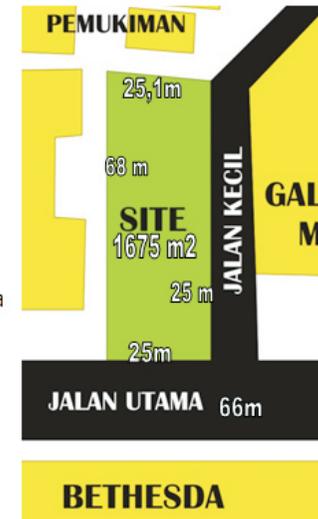
Organisasi Ruang



Batasan Site

Site terpilih merupakan lahan kosong dengan kontur yang relatif datar dan luasan **1675 m²** yang belum dibangun, serta berbatasan dengan:

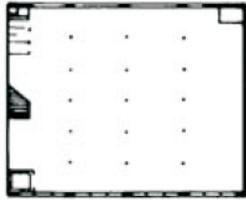
- Timur : jalan kecil, dan Mal Galeria
- Selatan: jalan Jend. Sudirman, dan RS. Bethesda
- Barat : perumahan penduduk
- Utara : perumahan penduduk



Gambar 2.28. Batasan Site

Organisasi ruang di atas merupakan sintesis dari analisis tata ruang yang kemudian dijadikan sebagai acuan dalam membuat denah dan dalam konsep tata massa.

Konsep Tata Massa



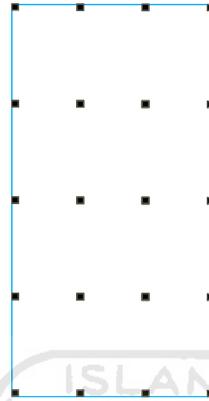
Architect: William LeBaron Jenney, 1879

3 Open-plan office, Leiter Building I, Chicago



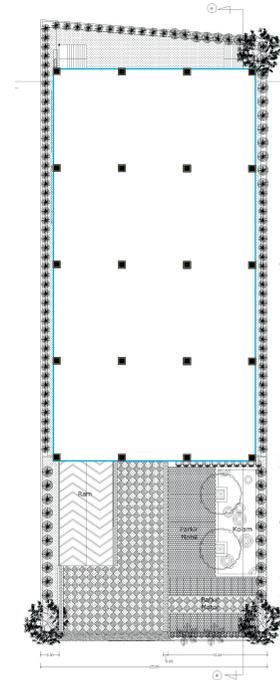
Ruang Kotak

Bentuk ruang yang paling cocok untuk menghindari area non-fungsional.



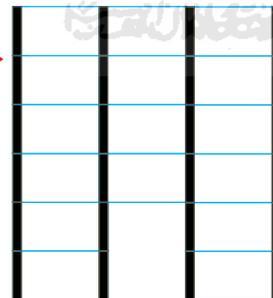
Open Plan

Dengan dinding penyekat tidak permanen untuk merespon perubahan ruang (Fleksibilitas)

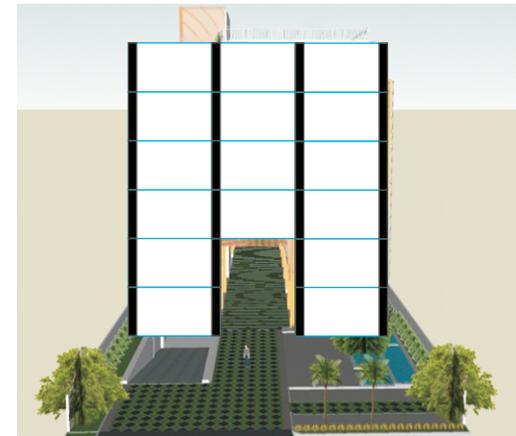


Massa Bangunan

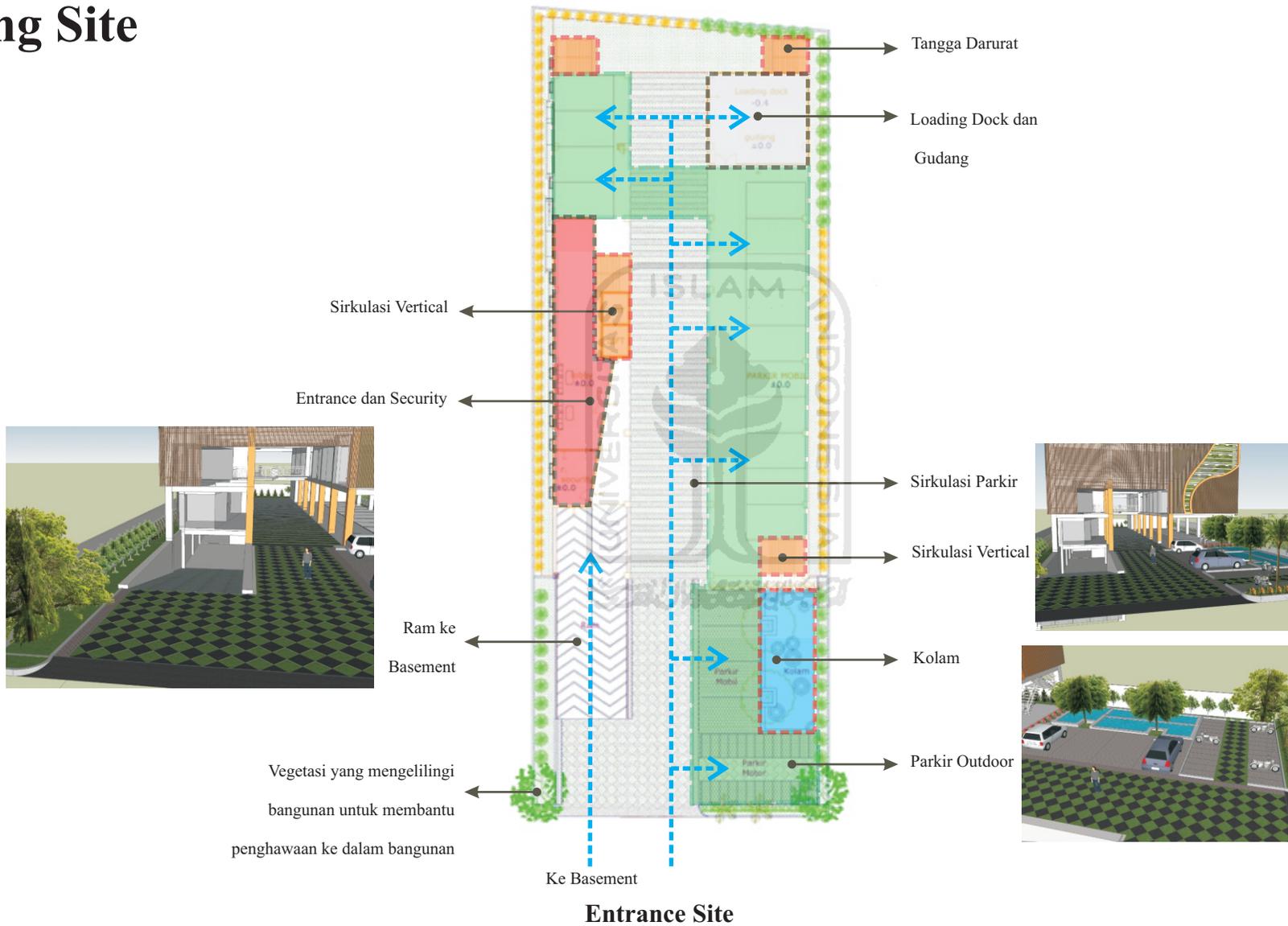
Satu massa bangunan untuk memaksimalkan lahan dengan posisi yang memanjang ke utara-selatan untuk menanggapi bentuk site. area selatan site diberi jarak untuk menyesuaikan sempadan dan memberikan area untuk ram masuk ke arah basement. selain itu bentuk ini juga merupakan bentuk yang paling optimal dalam mencapai efisiensi ruang.



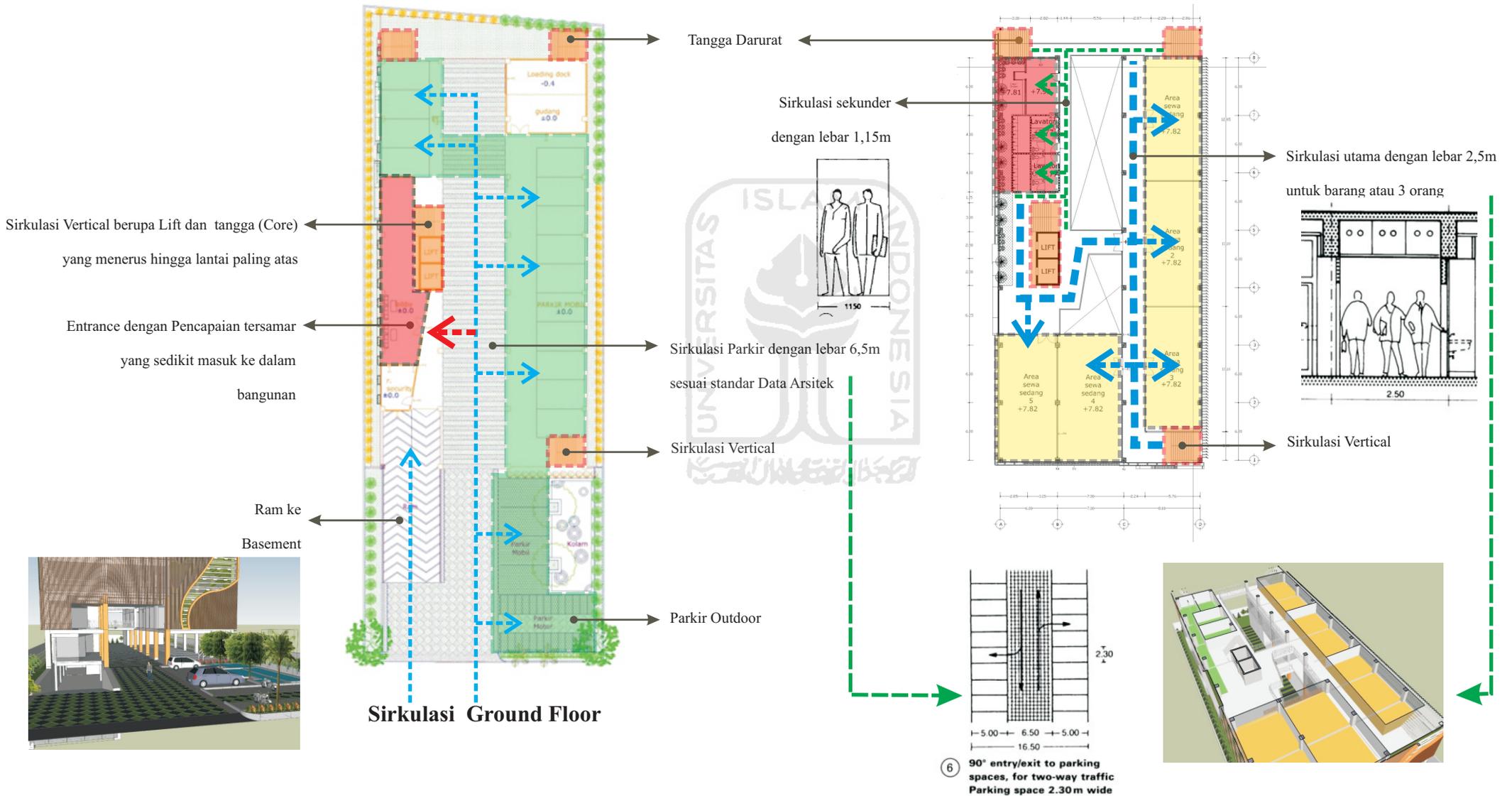
Bagian dasar digunakan untuk area parkir, sehingga ruang tengah di lantai dasar diolah menjadi area sirkulasi



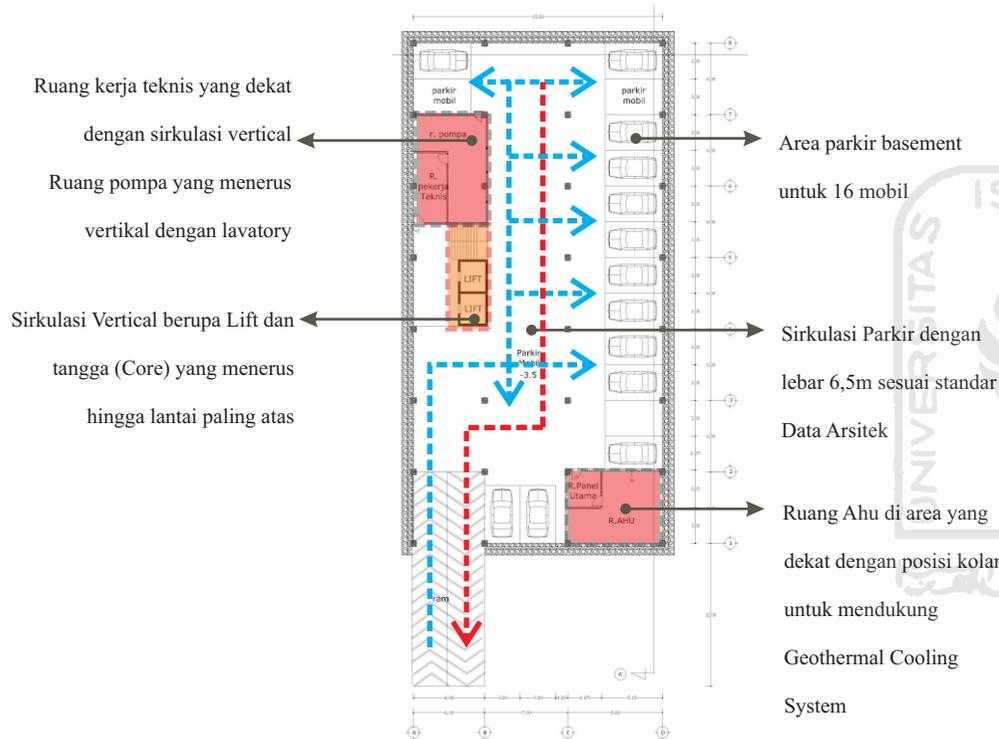
Zoning Site



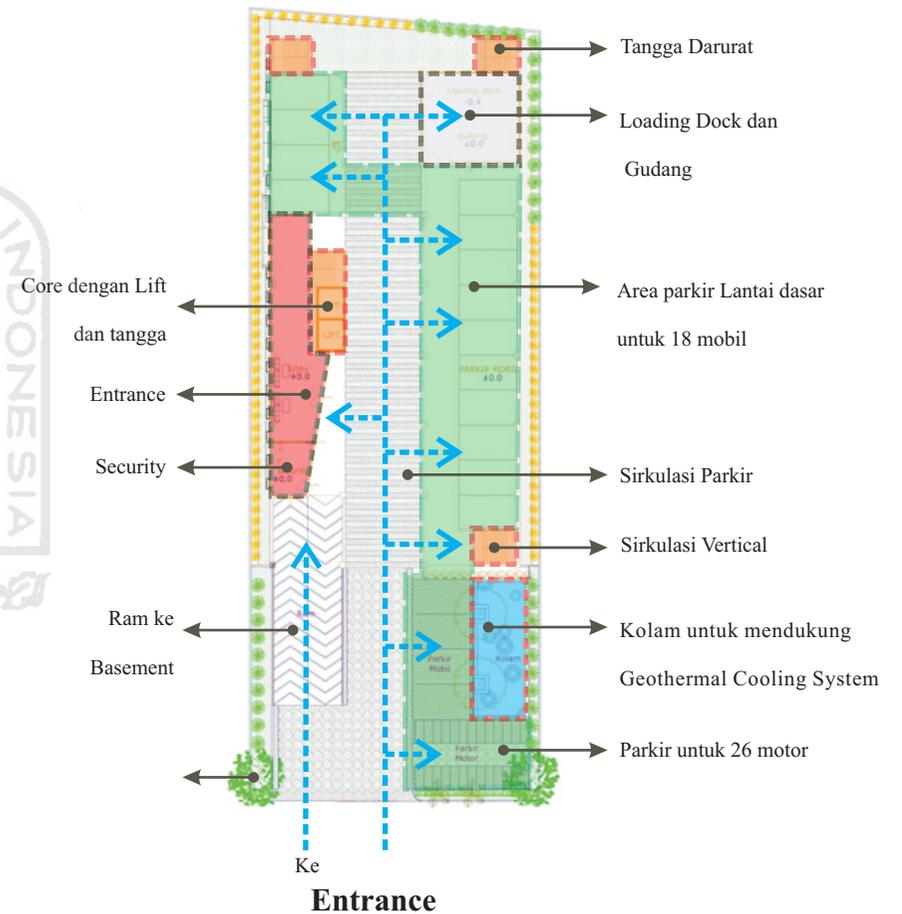
Sirkulasi



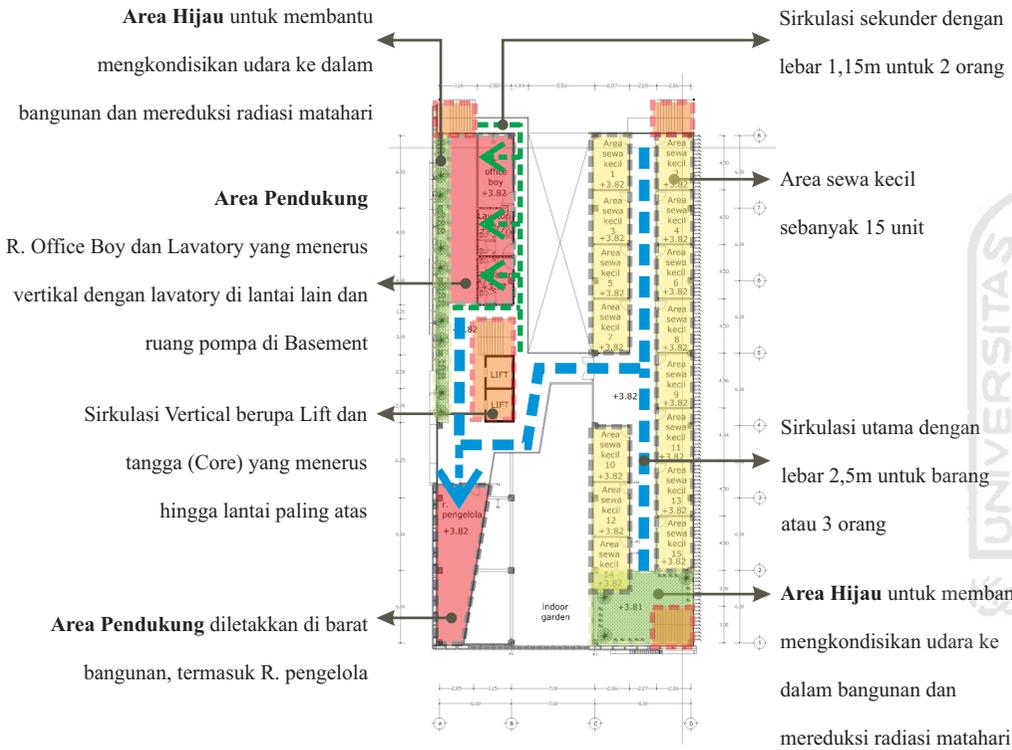
Basement



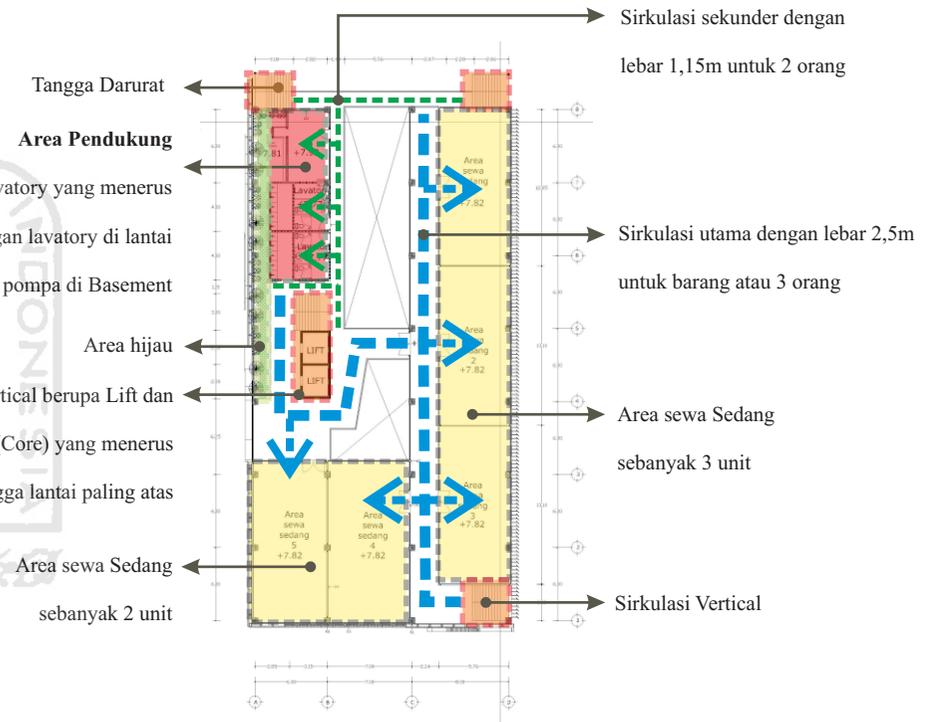
Ground Floor



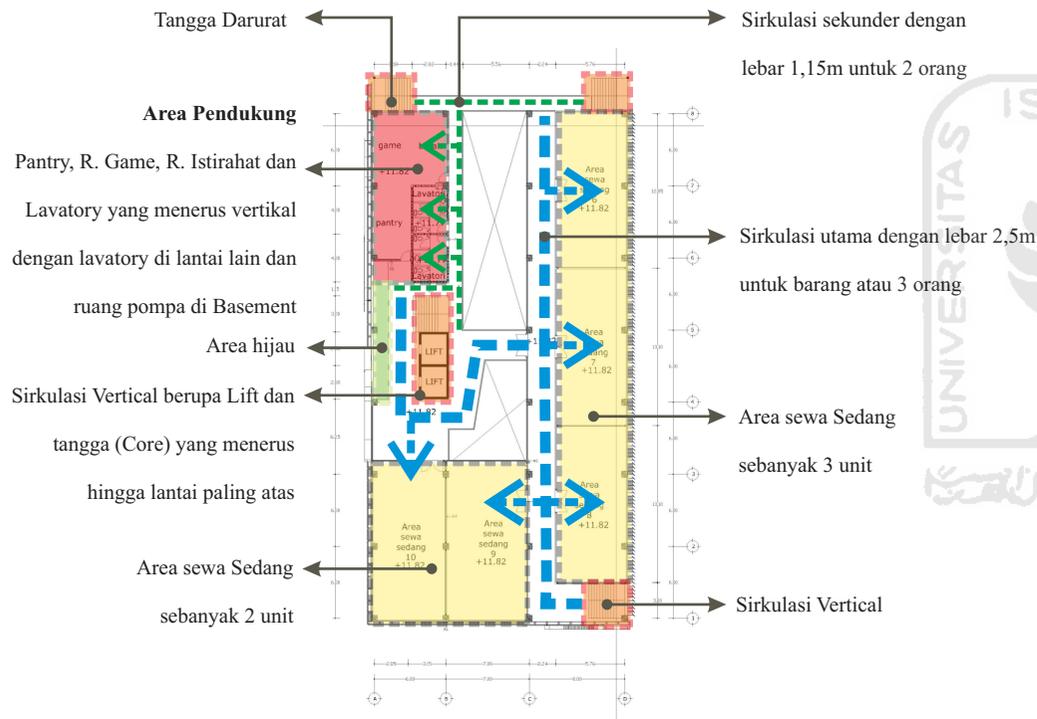
Lantai 1



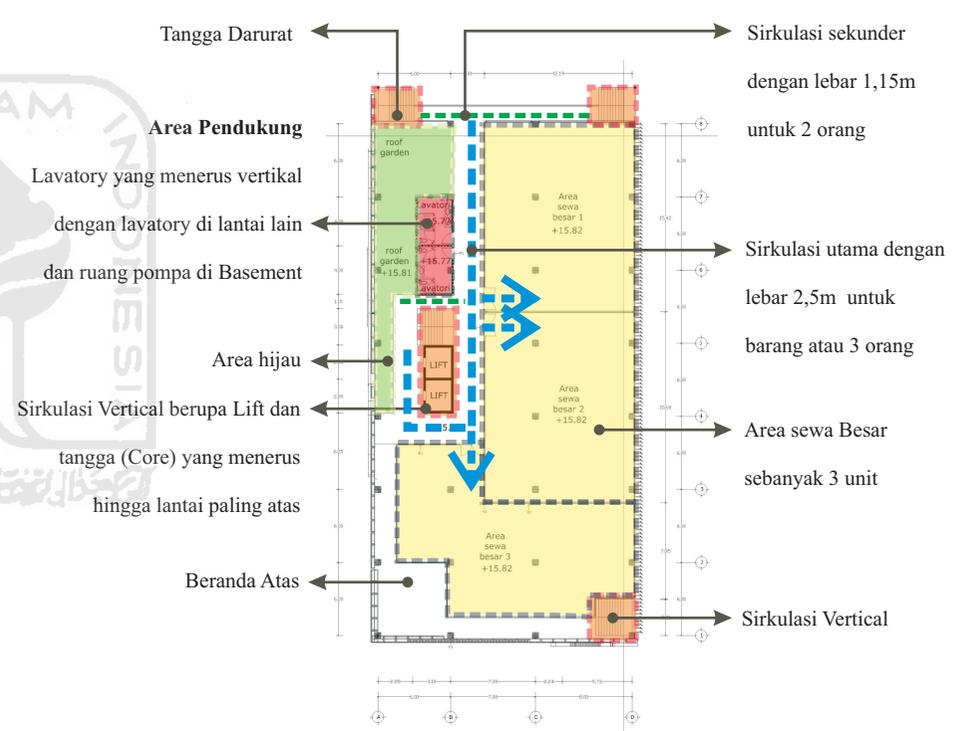
Lantai 2



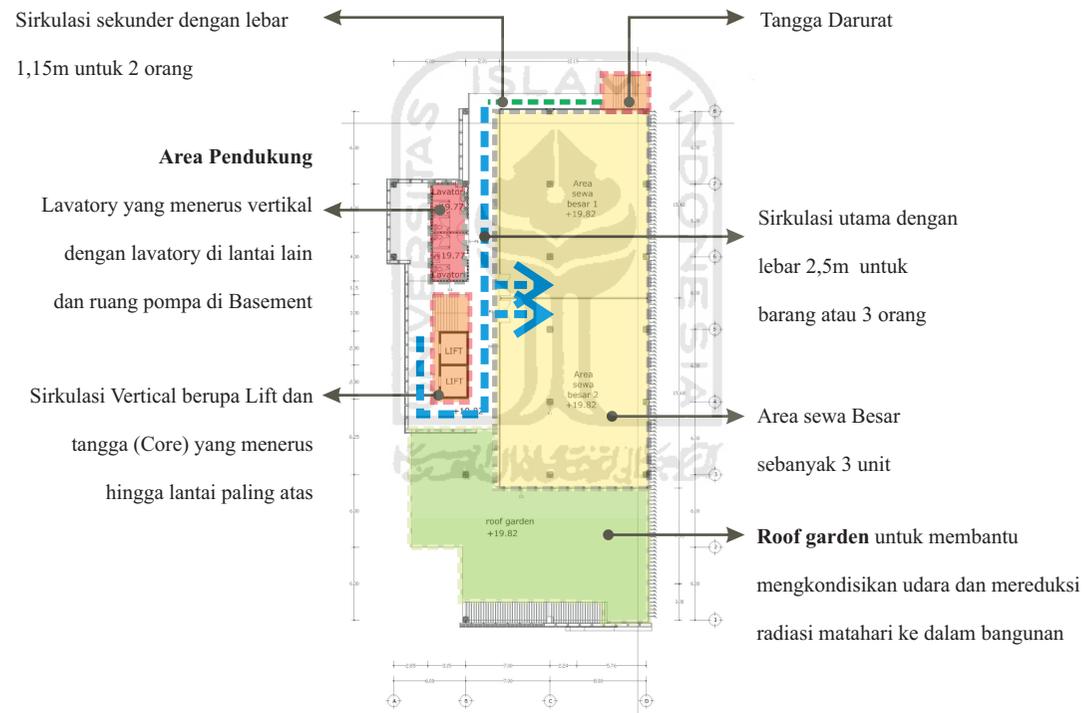
Lantai 3



Lantai 4



Lantai 5



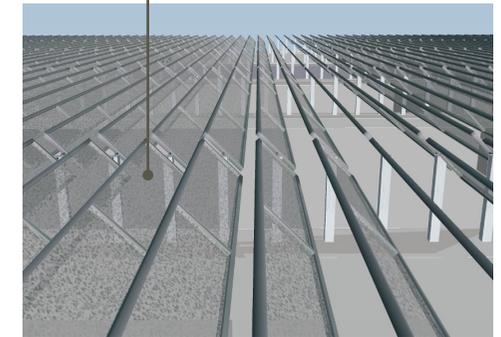
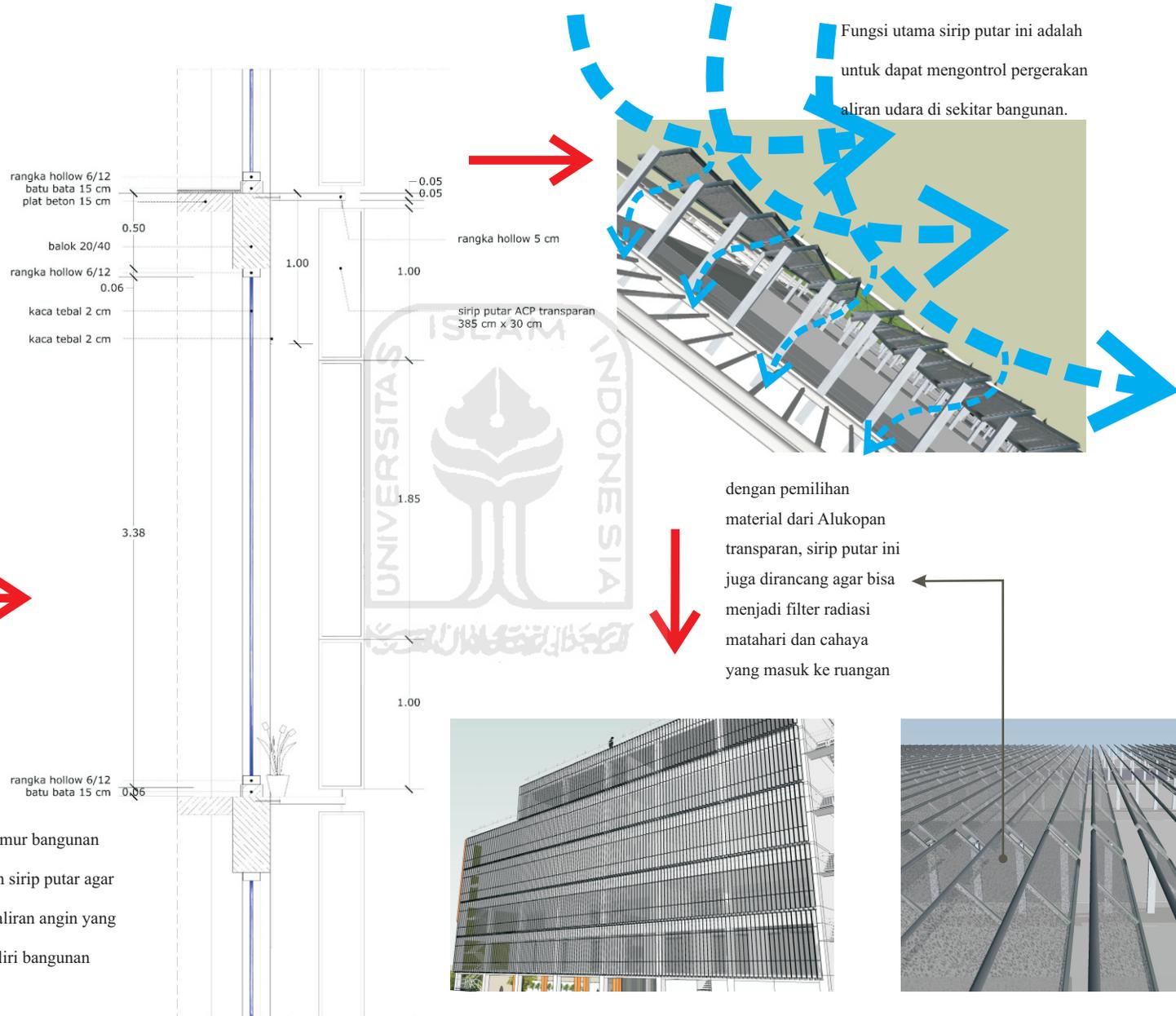
Sirip Putar



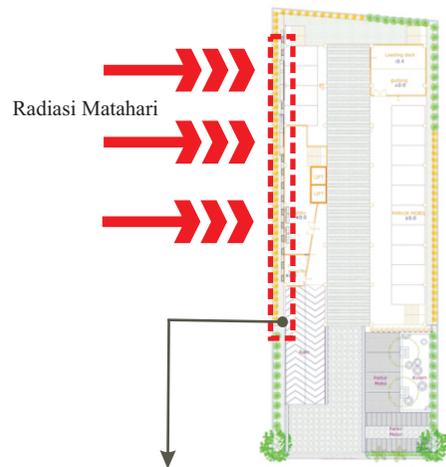
Angin datang dari arah timur laut sesuai dengan lorong angin yang diciptakan oleh jalan kecil dengan dinding-dinding tepi yang tinggi.



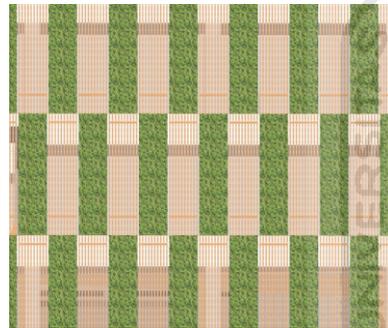
Di semua sisi dinding timur bangunan dirancang menggunakan sirip putar agar dapat mengkondisikan aliran angin yang masuk dan yang mengalir bangunan



Vertical Garden



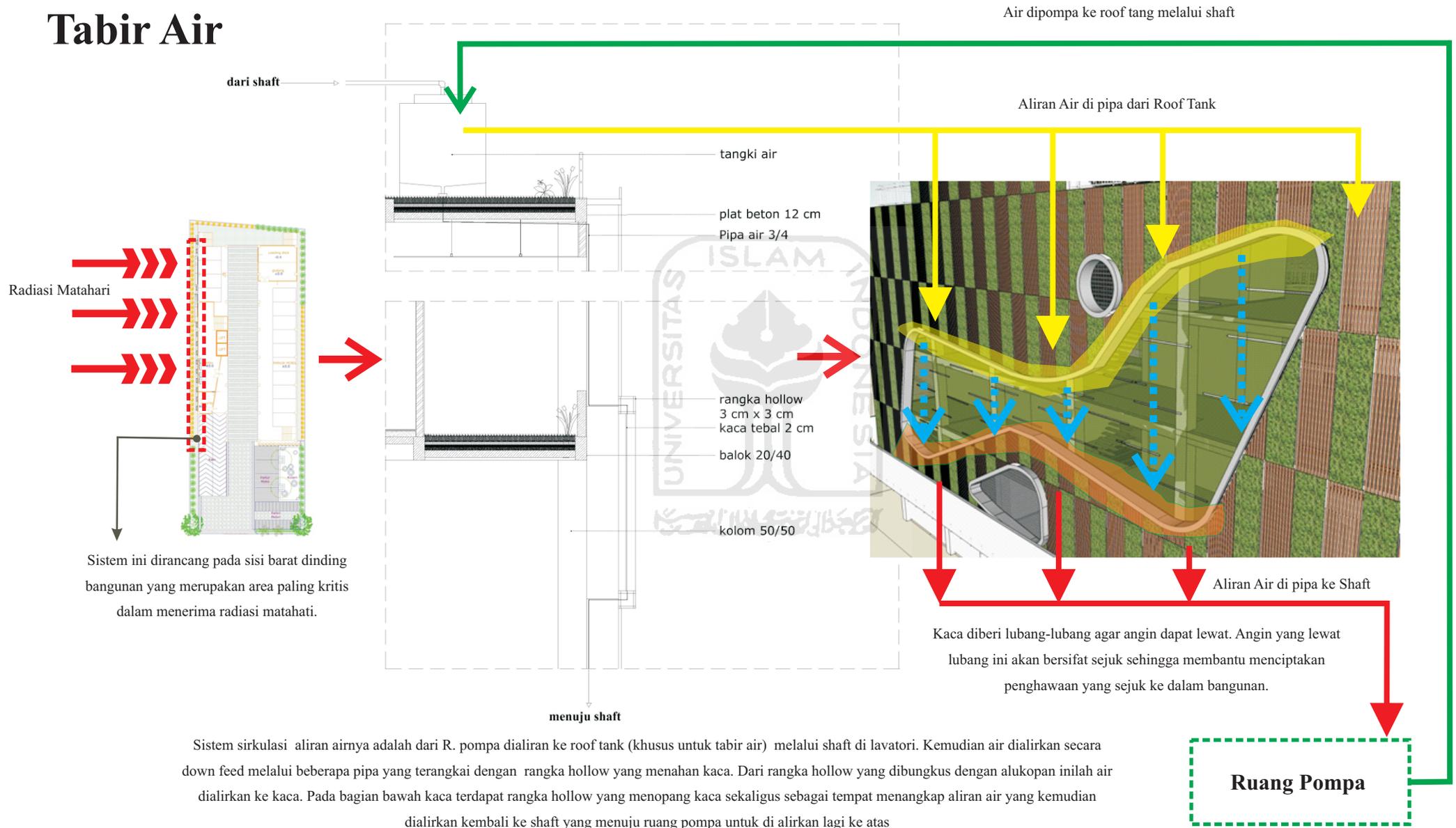
Sistem ini dirancang pada sisi barat dinding bangunan yang merupakan area paling kritis dalam menerima radiasi matahari. Karena itulah hampir di semua sisi dinding barat bangunan dirancang menggunakan vertical garden



Tanaman rambat merupakan selubung yang efektif hingga 90% mereduksi radiasi matahari. Sistem ini juga dirangkaikan dengan kisi-kisi dari hollow sehingga tetap dapat memasukkan cahaya ke dalam ruangan. hollow dan vegetasi ini juga berfungsi untuk menciptakan pembayangan ke dalam ruangan.



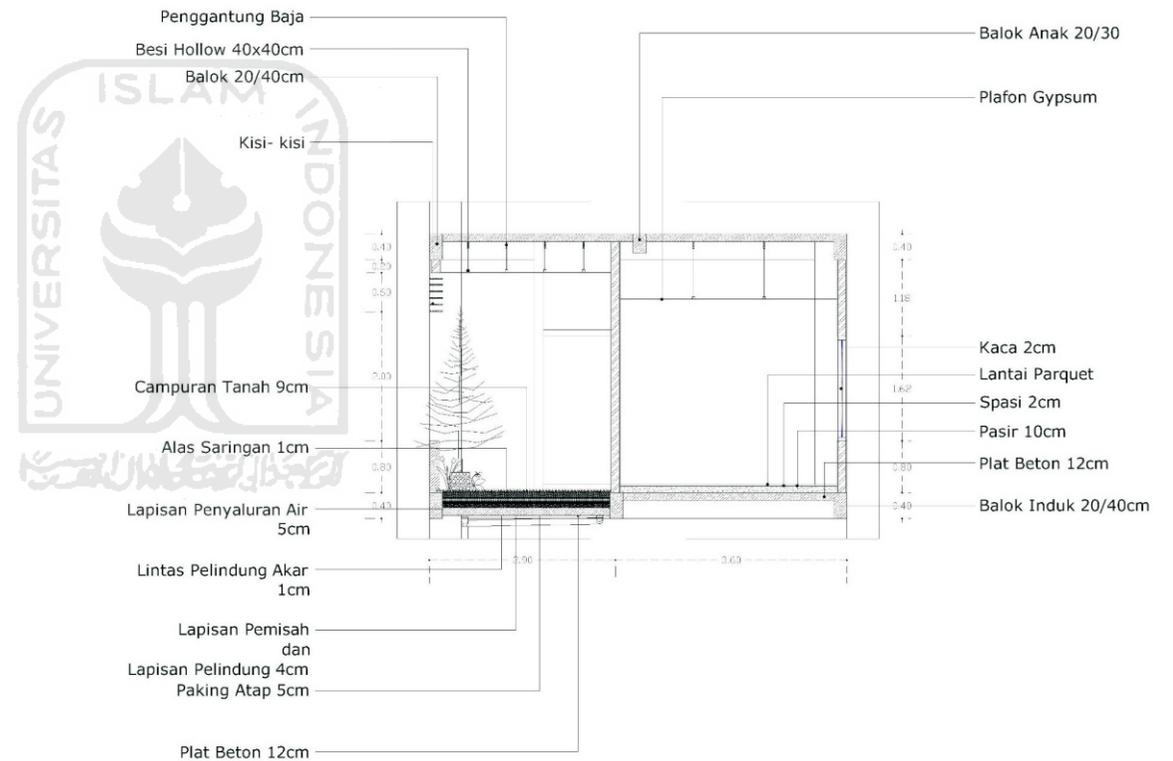
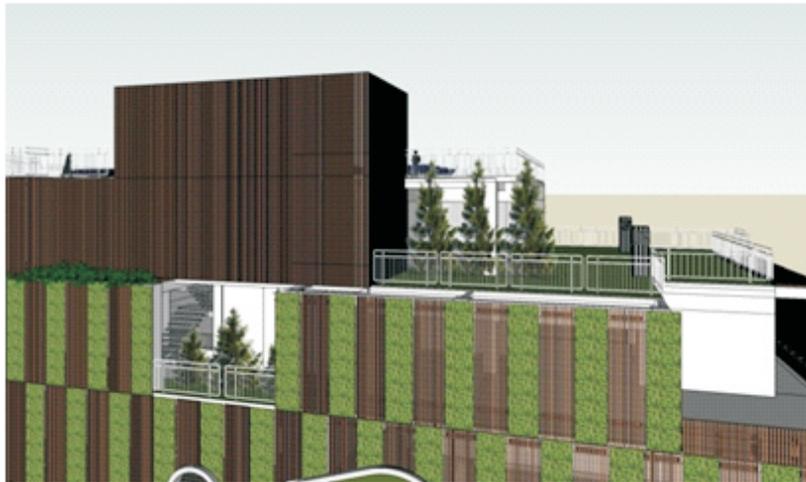
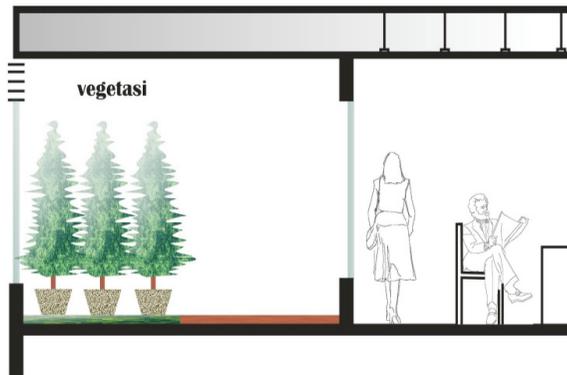
Tabir Air



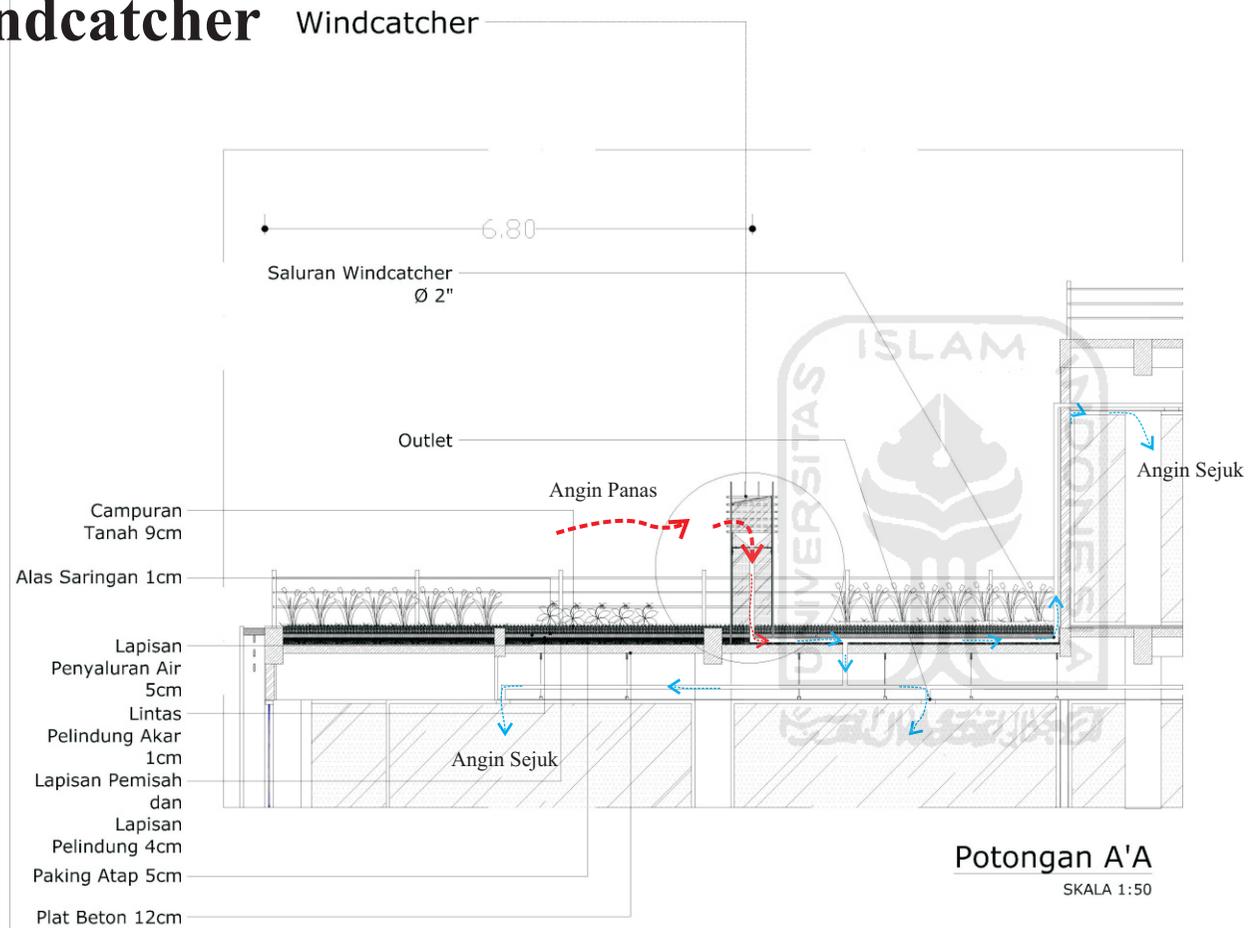
Sistem sirkulasi aliran airnya adalah dari R. pompa dialirkan ke roof tank (khusus untuk tabir air) melalui shaft di lavatori. Kemudian air dialirkan secara down feed melalui beberapa pipa yang terangkai dengan rangka hollow yang menahan kaca. Dari rangka hollow yang dibungkus dengan alukopan inilah air dialirkan ke kaca. Pada bagian bawah kaca terdapat rangka hollow yang menopang kaca sekaligus sebagai tempat menangkap aliran air yang kemudian dialirkan kembali ke shaft yang menuju ruang pompa untuk di alirkan lagi ke atas

Indoor Garden dan Roof Garden

shading device
(perangkat
pembayangan)

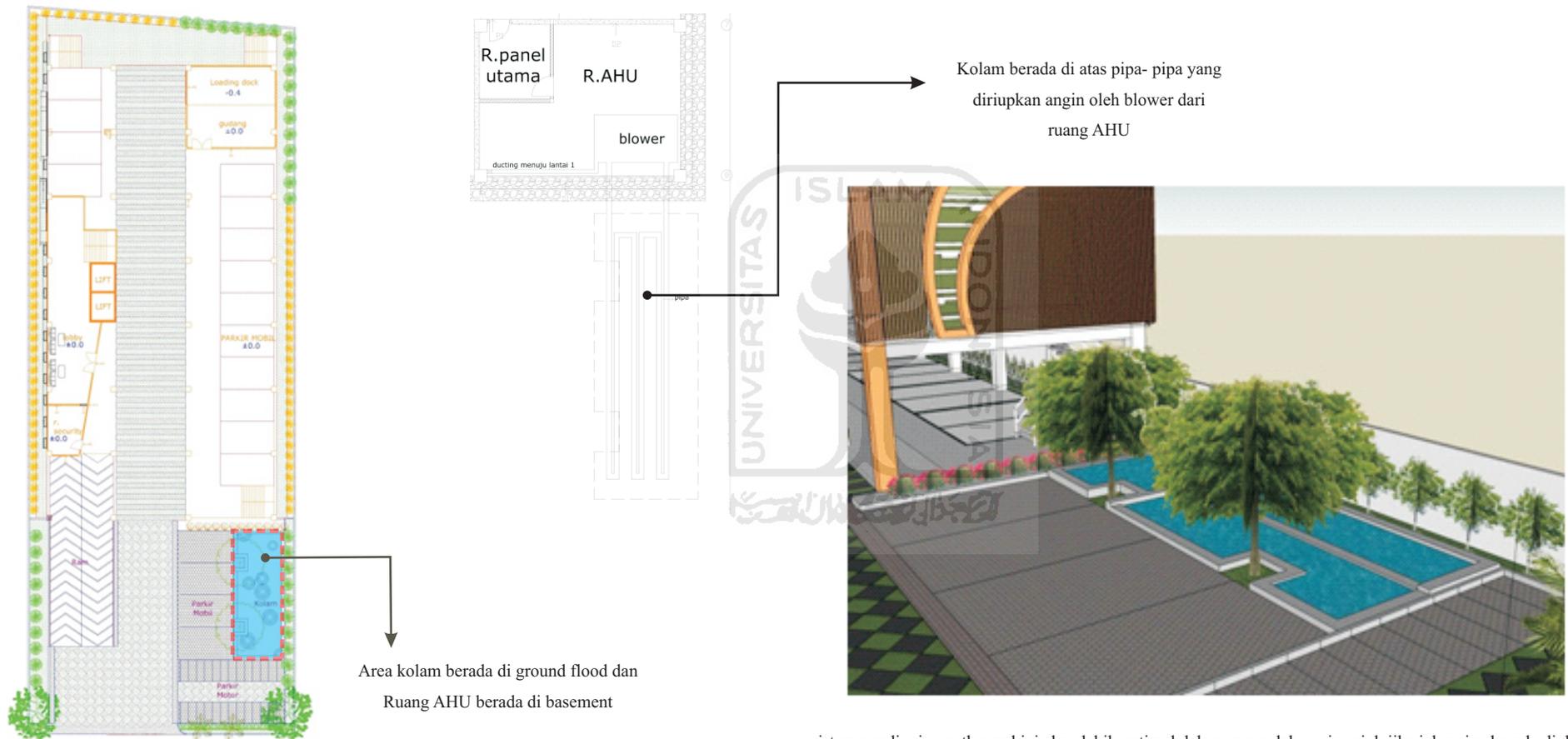


Windcatcher



Windcatcher ini juga dirancang dengan mengkolaborasikannya dengan roof garden, yaitu dengan cara menanamkan pipa saluran anginnya pada tanah di roof garden sehingga udaranya yang dialirkan ke dalam ruangan menjadi lebih sejuk

Geothermal Cooling System



sistem pendingin geothermal ini akan lebih optimal dalam mengolah angin sejuk jika jalur pipa berada di dekat sumber air atau di bawahnya. Karena itu maka pada bagian selatan site dirancang kolam, yang bagian bawahnya diberi pipa saluran angin untuk membantu proses pendinginan angin pada pipa. Selain untuk pendinginan, kolam ini juga membantu menyerap radiasi dan memantulkan cahaya ke bangunan.

Vegetasi

Bambu jepang berfungsi sebagai pembatas dan pagar site



Bambu Jepang

Bougenville berfungsi sebagai tanaman hias dan penyerap polusi udara



Bougenville

Pohon angkana berfungsi sebagai pohon peneduh



Angkana



Glodogan Pecut

Glodogan Pecut berfungsi sebagai Pengarah angin



Kiara Payung

Kiara payung berfungsi sebagai peneduh area parkir outdoor



Palm

Merupakan tanaman pembatas dan pengarah

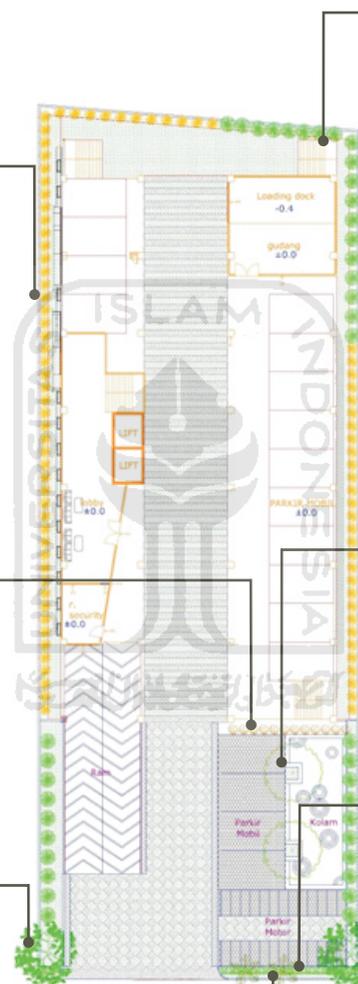


Iris sp.



Spathiphyllum

Merupakan tanaman hias yang juga merupakan tanaman pembatas berfungsi



Solar Panel

