



TESIS PERANCANGAN - DA185411

PERANCANGAN GEDUNG KANTOR HEMAT ENERGI DENGAN KONSEP *WATER SPRAY ENVELOPE* DI SURABAYA

RIZVANDA RYAN SAVERO
08111750070003

Dosen Pembimbing
Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D
Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono

Program Magister
Bidang Keahlian Perancangan Arsitektur
Departemen Arsitektur
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Arsitektur (M.Ars)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZVANDA RYAN SAVERO

NRP: 08111750070003

Tanggal Ujian: 27 Juni 2019

Periode Wisuda: September 2019

Disetujui oleh:

Pembimbing:

1. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D
NIP: 196804251992101001

2. Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono
NIP: 196105201986011001

Penguji:

1. Dr. Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti NE, MT
NIP: 196111291986012001

2. Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBE
NIP: 196703011992032002

Kepala Departemen Arsitektur
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan



Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D
NIP: 196804251992101001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RIZVANDA RYAN SAVERO
NRP : 081117500070003
Program Studi : MAGISTER (S2)
Departemen : ARSITEKTUR

dengan ini menyatakan, bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tesis saya dengan judul :

PERANCANGAN GEDUNG KANTOR HEMAT ENERGI DENGAN KONSEP
WATER SPRAY ENVELOPE DI SURABAYA

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 27 Juli 2019

Yang Membuat Pernyataan;



Rizvanda Ryan Savero

NRP : 08111750070003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis perancangan dengan judul “Perancangan Gedung Kantor Hemat Energi dengan Konsep *Water Spray Envelope* di Surabaya”. Penyusunan tesis perancangan ini merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi Program Magister Arsitektur (S2) pada Jurusan Arsitektur, Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyampaikan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D, selaku pembimbing I yang selalu memberikan banyak arahan, masukan, kritik dan nasehat yang sangat membantu selama proses penyusunan tesis perancangan ini.
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono, selaku pembimbing II yang selalu memberi arahan, masukan, kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan tesis perancangan ini.
3. Ibu Dr.Eng.Ir.Dipl-Ing Sri Nastiti NE, MT dan Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEnv, selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang sangat membantu untuk melengkapi tesis perancangan ini.
4. Kepada keluarga, Drs. Heri Sugianto & Dra. Umi Andayani, sebagai orang tua, Wahyudi, S.Sos & Sri Mulyani, sebagai mertua yang selalu memberikan dukungan dan doa yang sangat berharga selama proses penyelesaian tesis perancangan ini. Kepada Yudha Pratama Sudadi, ST, Rurry Patradhiani, ST. MT, Mahardika Dian Maulidina, ST, & Virza Adyuta Ryan Vizesha, sebagai saudara yang membantu memberi semangat dalam proses pengerjaan tesis perancangan ini.
5. Kepada istri & anak tercinta, Dini Izzatur Rahmani, ST & Radhia Ayskaa Savero, yang selalu memberi motivasi, perhatian dan doa serta kesabarannya dalam mendukung selesainya tesis perancangan ini.
6. Segenap dosen Arsitektur ITS yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.

7. Teman-teman seluruh prodi S2 Arsitektur yang saling memberikan *support* dan saling berbagi informasi selama proses belajar baik diperkuliahan maupun diluar perkuliahan.
8. Staff tenaga pendidik Arsitektur ITS yang mendukung berjalannya kegiatan perkuliahan selama ini.

Penulis menyadari bahwa didalam tesis perancangan ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun terhadap tesis perancangan ini agar dapat meningkatkan kualitas dari tesis perancangan ini. Penulis berharap tesis perancangan ini dapat memberikan wawasan bagi pembaca dan kedepannya dapat dikembangkan agar hasil penelitian menjadi lebih sempurna. Semoga tesis perancangan ini bermanfaat bagi seluruh pihak.

Surabaya, 27 Juli 2019

Penulis

PERANCANGAN GEDUNG KANTOR HEMAT ENERGI DENGAN KONSEP *WATERSPRAY ENVELOPE* DI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Rizvanda Ryan Savero
NRP : 08111750070003
Pembimbing : Ir. IG Ngurah Antaryama, Ph.D
Co-Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono

ABSTRAK

Fenomena semakin pesatnya pembangunan gedung kantor di Surabaya membuat kebutuhan energi perkotaan meningkat. Kurangnya penyelesaian yang baik terhadap orientasi bangunan (dikarenakan terbatasnya lahan) berakibat pada semakin cepatnya peningkatan *temperature* bangunan itu sendiri maupun *temperature* perkotaan. Perlu pendekatan energi efisiensi yang berkaitan dengan strategi *passive cooling (evaporative cooling)* dalam merancang gedung kantor agar dapat menekan konsumsi energi.

Perancangan gedung kantor hemat energi berfokus pada upaya-upaya dalam mengatasi permasalahan panas pada gedung perkantoran. Selubung gedung kantor yang biasanya memantulkan panas matahari (material kaca), pada perancangan ini didesain agar dapat menyerap atau menghambat panas matahari. Dengan konsep *water spray envelope (evaporative cooling)*, selubung gedung perkantoran dirancang dapat mengalirkan air dan juga angin. Aliran air dihembuskan dengan angin dengan sistem *spray* agar dapat mereduksi suhu permukaan bangunan dan juga menghambat transfer panas ke dalam bangunan. Prinsip desain pasif (perletakan inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan), bentuk geometri, dan elemen pembayangan juga menjadi pertimbangan desain dalam menyelesaikan permasalahan panas pada gedung perkantoran.

Dalam merancang gedung kantor hemat energi, proses perancangan mengacu pada proses perancangan *force based framework*. Proses perancangan *force based framework* adalah proses yang melihat faktor-faktor non-formal atau eksternal yang digunakan dalam mengambil keputusan dalam mendefinisikan sebuah bentuk atau desain. Dalam hal ini, faktor panas matahari dan efisiensi energi digunakan sebagai faktor eksternal dalam mengambil keputusan desain.

Perancangan ini menghasilkan desain skematik gedung kantor hemat energi yang menerapkan *water spray* pada selubung bangunan. Selubung bangunan berfungsi sebagai elemen pembayangan (*passive & active shading*) yang terintegrasi komponen persebaran air (*water spray*). *Water spray* dengan memanfaatkan potensi angin mengakomodasi *direct & indirect evaporation cooling* untuk menghambat panas permukaan bangunan dan mendinginkan suhu ruangan bangunan.

Kata kunci : *evaporative cooling*, gedung kantor, hemat energi, *water spray*

DESIGN OF ENERGY SAVING OFFICE BUILDING WITH WATER SPRAY ENVELOPE CONCEPT IN SURABAYA

Student : Rizvanda Ryan Savero
NRP : 08111750070003
Adviser : Ir. IG Ngurah Antaryama, Ph.D
Co-Advider : Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono

ABSTRACT

The phenomenon of the rapidly development of office buildings in Surabaya makes urban energy increase. The lack of good solution to building orientation (due to limited land) results in a faster increase in building temperature itself and urban temperature. It needs an energy efficiency approach that is related to passive cooling strategy (evaporative cooling) in designing office buildings in order to reduce energy consumption.

The design of energy efficient office buildings focuses on efforts to overcome the heat problem in office buildings. Office building skin usually reflect solar heat (glass material). In this design, office building skin is designed to absorb or protect the sun's heat. With water spray envelope concept, office building skin is designed to accommodate water and wind. Water flow is exhaled by wind with spray system in order to reduce the temperature of building surface and also protect heat transfer into building. The principle of passive design (building core placement, building orientation, building aspect ratio), geometric shapes, and shading elements become a design consideration in solving heat problems in office buildings.

In designing energy efficient office buildings, the design process refers to the force based framework. The force based framework is a process that looks at non-formal or external factors used in making decisions in defining a form or design. In this case, solar heat and energy efficiency are used as external factors in making design decisions.

This design generates a schematic design of energy saving office buildings that apply water spray to the building envelope. The building envelope serves as shading element (passive & active shading devices) that integrates with water spray components. Water spray with utilize wind potential accommodates direct & indirect evaporation cooling to protect heat transfer in building skin and cool the temperature of building space.

Keywords : evaporative cooling, office building, energy saving, water spray

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan Perancangan	8
1.3 Tujuan Perancangan	8
1.4 Manfaat Perancangan	9
1.5 Batasan Perancangan	9
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Bangunan Perkantoran	11
2.1.1 Definisi Perkantoran	11
2.1.2 Gedung Kantor Sewa Bertingkat Tinggi	11
2.2 Tipologi Perkantoran	12
2.3 Bangunan Hemat Energi	20
2.4 Bentuk dan Geometri Bangunan Hemat Energi	28
2.5 Selubung Bangunan, <i>Water Spray</i> , dan Material	31
2.6 Angin Sebagai Media Pendukung <i>Water Spray Envelope</i>	38
2.7 Sintesa Kajian Pustaka	40
2.8 Preseden Perkantoran dengan Efisiensi Energi	41
2.8.1 Preseden 1 : NBF Osaki Building, Jepang	41
2.8.2 Preseden 2 : Mesiniaga Tower, Malaysia	44
2.8.3 Preseden 3 : Gran Rubina, Indonesia	47
2.8.4 Preseden 4 : Council House 2, Australia	49
2.8.5 Preseden 5 : Al-Bahr Tower, Uni Emirat Arab	53
2.9 Sintesa Kajian Preseden	56

2.10	Kriteria Umum Perancangan.....	59
BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN		61
3.1	Pendekatan Perancangan.....	61
3.2	Obyek Rancang.....	63
3.3	Aspek Eksplorasi Perancangan	63
3.4	Proses Perancangan.....	66
3.5	Metode Perancangan.....	70
3.5.1	Metode pada Proses Identifikasi <i>Force</i>	70
3.5.2	Metode pada Proses <i>Propose Form <> Refine <> Assemble</i>	72
3.5.3	Metode pada Proses Proposal.....	73
BAB 4 ANALISA OBJEK RANCANGAN		75
4.1	<i>Identification Force</i>	76
4.2	Analisa Konteks (<i>Context</i>).....	78
4.2.1	Lokasi Objek Rancang	78
4.2.2	Batasan Objek Rancang	81
4.2.3	Lingkungan Sekitar Lahan	83
4.2.4	View pada Lahan.....	84
4.2.5	Vegetasi Eksisting pada Lahan	88
4.2.6	Kepadatan Lalu Lintas, Aksesibilitas, & Kecepatan Kendaraan pada Lahan	90
4.2.7	Analisa KKOP terhadap Lahan	93
4.2.8	Iklim, Jalur Matahari, & Angin pada Lahan	94
4.3	Analisa Budaya (<i>Culture</i>)	105
4.3.1	Ruang Interaksi (<i>Skycourt</i>).....	105
4.3.2	Hirarki Layout Gedung Kantor	108
4.4	Analisa Kebutuhan (<i>Needs</i>)	109
4.4.1	Program Ruang.....	109
4.4.2	Organisasi Ruang	111
4.4.3	Kebutuhan Ruang.....	113
4.4.4	Kebutuhan Pencahayaan	119
4.5	Sintesa <i>Identification Force (Context, Culture, Needs)</i>	121
BAB 5 KONSEP DAN HASIL RANCANGAN		125
5.1	Konsep Perancangan.....	125

5.2 <i>Propose Form, Refine, dan Assemble</i>	126
5.2.1 <i>Propose Form</i>	130
5.2.2 <i>Refine</i>	150
5.2.2 <i>Assemble</i>	168
5.3 Proposal Perancangan.....	170
5.4 Hasil Perancangan Gedung Kantor Hemat Energi	181
5.5 Inovasi Perancangan.....	194
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	199
6.1 Kesimpulan.....	199
6.2 Saran.....	201
DAFTAR PUSTAKA	203
LAMPIRAN 1	207
LAMPIRAN 2.....	211
LAMPIRAN 3.....	215
LAMPIRAN 4.....	219
LAMPIRAN 5.....	221

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Persentase penggunaan energi listrik pada gedung kantor	1
Gambar 1.2	Peta lokasi Surabaya & pesatnya pembangunan gedung-gedung perkantoran di Surabaya	2
Gambar 1.3	Pantulan panas radiasi matahari dari gedung-gedung bertingkat menyebabkan pemanasan lingkungan perkotaan	3
Gambar 1.4	Gedung Saraswanti (AMG Tower) merupakan salah satu gedung yang kurang memperhatikan aspek orientasi bangunan .	4
Gambar 2.1	Kedalaman ruang pada perancangan gedung kantor	13
Gambar 2.2	Penataan kantor tipe tertutup dan tipe terbuka	15
Gambar 2.3	Tipologi ruang kantor menurut Duffy	16
Gambar 2.4	Layout tipe terbuka (<i>open plan</i>) dengan kubikel pada area kerja	17
Gambar 2.5	Tipikal Layout Hirarki pada perkantoran	18
Gambar 2.6	Tipikal Invert-Layout Hirarki pada perkantoran	19
Gambar 2.7	Tipikal Layout Non-Hirarki pada perkantoran	19
Gambar 2.8	Penempatan <i>core</i> bangunan	21
Gambar 2.9	Konfigurasi perletakan <i>core</i> bangunan	21
Gambar 2.10	Penentuan orientasi bangunan & arah bukaan yang baik pada iklim tropis	22
Gambar 2.11	Aspek rasio bangunan pada iklim tropis	22
Gambar 2.12	Orientasi bangunan pada lahan terkait arah matahari dan arah angin	23
Gambar 2.13	Ventilasi udara silang pada bangunan bertingkat tinggi	23
Gambar 2.14	Penerapan balkon & ruang transisional pada bangunan bertingkat tinggi	24
Gambar 2.15	Selubung bangunan yang direkomendasikan pada iklim tropis ..	25
Gambar 2.16	Perbandingan Tinted Glass & Low-E Glass	25
Gambar 2.17	Fasad bangunan & pembayangan pasif pada bangunan bertingkat tinggi	26
Gambar 2.18	Pembayangan (<i>shading device</i>) pada arah barat lebih baik dengan <i>adjustable louvre</i>	27
Gambar 2.19	Prinsip pemantulan cahaya matahari dengan <i>light shelves</i>	27
Gambar 2.20	Penelitian kinerja bentuk bangunan perkantoran tingkat menengah dalam upaya mencari bentukan terbaik yang mempunyai perolehan panas terendah	29
Gambar 2.21	Fasad yang mempunyai banyak pembayangan akan mengurangi efek radiasi matahari	30

Gambar 2.22	Bentuk aerodinamis meningkatkan ventilasi alami didalam bangunan	30
Gambar 2.23	<i>Direct Evaporation Cooling</i>	31
Gambar 2.24	<i>Indirect Evaporation Cooling</i>	32
Gambar 2.25	Proses <i>Evaporative Cooling</i>	32
Gambar 2.26	Penelitian eksperimental pada ruang membrane ETFE yang dialiri oleh air (<i>water spray</i>)	33
Gambar 2.27	Komponen penelitian <i>water spray</i> pada penelitian (kiri), diagram komponen penelitian (analisa pribadi) (kanan)	33
Gambar 2.28	Penelitian eksperimental <i>water spray</i> yang dialirkan pada atap .	34
Gambar 2.29	Komponen penelitian <i>water spray</i> pada atap	34
Gambar 2.30	Material fabrikasi aluminium dengan pola lekuk	36
Gambar 2.31	Konsep <i>evaporative skin</i> Ripple Architecture Studio	36
Gambar 2.32	Konsep <i>evaporative skin</i> yang diaplikasikan pada elemen selubung bangunan	37
Gambar 2.33	Diagram komponen <i>water spray</i> pada elemen bangunan	37
Gambar 2.34	NBF Osaki Building	41
Gambar 2.35	Tampak depan sudare pipa berpori (kiri), detail potongan pipa berpori (kanan)	42
Gambar 2.36	Potongan fasad bangunan (kiri), simulasi perkiraan suhu (kanan)	42
Gambar 2.37	Gedung Mesiniaga Tower, Malaysia	44
Gambar 2.38	Konsep pasif desain Mesiniaga Tower	45
Gambar 2.39	Detail pasif <i>shading device</i>	45
Gambar 2.40	Gedung Gran Rubina, Indonesia	47
Gambar 2.41	Orientasi bangunan terhadap jalur matahari	47
Gambar 2.42	Sirip aluminium bangunan sebagai pasif <i>shading device</i>	48
Gambar 2.43	Council House 2, Australia	49
Gambar 2.44	Konsep pendinginan ruang interior menggunakan <i>chilled ceilings</i>	50
Gambar 2.45	Konsep pergantian sirkulasi udara bangunan	50
Gambar 2.46	Konsep <i>shower tower</i> untuk pendinginan area retail	51
Gambar 2.47	Al-Bahr Tower	53
Gambar 2.48	Selubung bangunan sebagai aktif <i>shading device</i>	54
Gambar 2.49	Aktif <i>shading device</i> motif mashrabiya	54
Gambar 3.1	Selubung bangunan sebagai aspek eksplorasi perancangan	65
Gambar 3.2	Penggunaan sirkulasi silang sebagai pertukaran udara	65
Gambar 3.3	Skema <i>force based framework</i>	66
Gambar 3.4	Hubungan proses perancangan dan metode perancangan	74

Gambar 4.1	Analisa objek rancang merupakan tahapan pada <i>identification force</i>	75
Gambar 4.2	Tahap <i>Identification Force</i>	77
Gambar 4.3	Jl. DR. Ir. H. Soekarno yang merupakan jalan arteri primer.....	78
Gambar 4.4	Koridor MERR merupakan area jasa dan perdagangan	79
Gambar 4.5	Kondisi eksisting lahan perancangan gedung kantor hemat energi	80
Gambar 4.6	Ukuran lahan perancangan gedung kantor dan ketentuannya	82
Gambar 4.7	Bangunan sekitar lahan mempunyai ketinggian bangunan dari <i>low rise</i> hingga <i>high rise</i>	83
Gambar 4.8	Bangunan sekitar lahan mempunyai bentuk desain dan material modern.....	84
Gambar 4.9	Potensi view ke arah lahan dan keluar lahan perancangan.....	85
Gambar 4.10	<i>Asset (+)</i> dan <i>constraint (-)</i> analisa view kedalam dan keluar lahan objek perancangan	86
Gambar 4.11	Sisi selatan lahan cukup berdekatan dengan Plaza Telkom yang mempunyai ketinggian 17 lantai	87
Gambar 4.12	Vegetasi eksisting pada area sekitar lahan perancangan	88
Gambar 4.13	Pembayangan pada lahan oleh vegetasi eksisting	89
Gambar 4.14	Rencana akses menuju lahan dengan mempertimbangkan kepadatan lalu lintas sekitar lahan.....	91
Gambar 4.15	Pengendara berpotensi lebih jelas melihat bangunan dari sisi utara daripada dari sisi selatan. (a) sisi utara, (b) sisi selatan.....	91
Gambar 4.16	Potensi view kedalam lahan berdasarkan pengamatan pengendara kendaraan	92
Gambar 4.17	Beberapa bangunan bertingkat tinggi di Surabaya terhadap zona KKOP.....	93
Gambar 4.18	Rata-rata suhu dan curah hujan kota Surabaya, suhu tertinggi 35 °C.....	94
Gambar 4.19	Jalur peredaran matahari semu tahunan wilayah Indonesia	95
Gambar 4.20	Simulasi arah sinar matahari pada saat matahari berada disebelah utara lahan (10 Maret-10 Oktober) menggunakan Revit Architecture	99
Gambar 4.21	Sisi yang memperoleh panas berlebih akan menerapkan konsep <i>water spray envelope</i> pada permukaan bangunan	99
Gambar 4.22	Bentuk bangunan yang merespon <i>force (asset</i> ataupun <i>constraint)</i> panas radiasi matahari.....	100
Gambar 4.23	Pergerakan angin musim barat (kemarau) dan angin musim timur (hujan) wilayah Indonesia.....	101
Gambar 4.24	<i>Windrose</i> lahan perancangan.....	102

Gambar 4.25	Simulasi aliran udara (angin) pada lokasi lahan dengan Autodesk Flow Design.....	102
Gambar 4.26	Arah angin pada lahan berpotensi datang dari sisi Barat, Barat Laut, Timur dan Tenggara	103
Gambar 4.27	Analisa aliran angin (dari arah barat laut & tenggara) pada lahan dengan berbagai bentukan massa	103
Gambar 4.28	Sudut bangunan dirancang <i>smooth</i> untuk meneruskan laju aliran angin ke permukaan bangunan baik dari sisi timur maupun barat.....	105
Gambar 4.29	Transformasi <i>skycourt</i> yang merupakan perkembangan dari <i>courtyard</i>	106
Gambar 4.30	<i>Skycourt</i> sebagai aliran angin dan pencahayaan, juga sebagai <i>passive cooling</i>	106
Gambar 4.31	Konfigurasi layout <i>skycourt</i> pada bangunan.....	107
Gambar 4.32	Tipikal Invert-Layout Hirarki pada perkantoran baik untuk produktivitas pekerja.....	108
Gambar 4.33	Pengelompokkan zonasi pada kebutuhan ruang	110
Gambar 4.34	Organisasi ruang dan sirkulasi pada perancangan gedung kantor hemat energi.....	112
Gambar 4.35	Diagram vertikal zonasi kebutuhan ruang perancangan gedung kantor hemat energi.....	113
Gambar 4.36	Diagram rencana pembagian area pada obyek rancang	116
Gambar 4.37	Rencana kapasitas pengguna bangunan	116
Gambar 4.38	Analisa kedekatan ruang gedung kantor objek rancang	117
Gambar 4.39	Perletakan <i>core</i> perlu pertimbangan dan evaluasi untuk menghindari konflik <i>force</i>	118
Gambar 4.40	<i>Sunshading</i> pada orientasi Timur-Barat berupaya sebagai kontrol pencahayaan alami	119
Gambar 4.41	<i>Horizontal shading</i> berfungsi sebaga kontrol pencahayaan pada bangunan	119
Gambar 4.42	Konsep <i>water spray evelope</i> terintegrasi dengan fungsi-fungsi lain seperti sebagai pencahayaan alami & <i>sunshading</i> atau elemen pembayangan.....	120
Gambar 4.43	Transformasi <i>sunshading</i> atau elemen pembayangan sebagai kontrol pencahayaan dan juga konsep <i>water spray envelope</i>	120
Gambar 5.1	Tahap <i>Propose Form, Refine, dan Assemble</i>	125
Gambar 5.2	Diagram langkah kerja tahap <i>propose form, refine, dan assemble</i>	129
Gambar 5.3	Rencana perletakan bangunan terhadap lahan/site	130

Gambar 5.4	Eksplorasi denah/ layout plan.....	132
Gambar 5.5	Eksplorasi denah/ layout plan (vertikal).....	132
Gambar 5.6	Eksplorasi bentuk 1 berdasarkan <i>force</i>	136
Gambar 5.7	Simulasi 3 dimensi berdasarkan <i>force</i> (bentuk 1)	137
Gambar 5.8	Konsep <i>water spray envelope</i> pada bentuk 1	137
Gambar 5.9	Eksplorasi bentuk 2 berdasarkan <i>force</i>	138
Gambar 5.10	Simulasi 3 dimensi berdasarkan <i>force</i> (bentuk 2)	139
Gambar 5.11	Konsep <i>water spray envelope</i> pada bentuk 2	139
Gambar 5.12	Eksplorasi bentuk 3 berdasarkan <i>force</i>	140
Gambar 5.13	Simulasi 3 dimensi berdasarkan <i>force</i> (bentuk 3)	141
Gambar 5.14	Konsep <i>water spray envelope</i> pada bentuk 3	141
Gambar 5.15	Referensi data iklim paparan matahari kota Surabaya	144
Gambar 5.16	Rencana site plan perancangan gedung kantor.....	151
Gambar 5.17	Bangunan gedung kantor terhadap <i>site plan</i>	152
Gambar 5.18	Eksplorasi denah/layout 3 lebih sesuai dengan karakter eksplorasi bentuk 3	152
Gambar 5.19	Denah area publik (lantai 1-2).....	153
Gambar 5.20	Denah lantai 3-5 (area parkir dan fasilitas penunjang).....	153
Gambar 5.21	Denah area perkantoran pada tower bangunan.....	154
Gambar 5.22	Penataan ruang kantor akibat <i>force view</i> . View ruang kantor memaksimalkan view ke arah Timur-Barat dan menghindari arah Selatan	155
Gambar 5.23	Penataan ruang kantor juga dipengaruhi oleh <i>force culture</i>	155
Gambar 5.24	Perbaikan pada sisi bangunan dengan penambahan fungsi balkon	156
Gambar 5.25	Penerapan material pada bentuk bangunan	157
Gambar 5.26	Komposisi elemen selubung (<i>water spray</i>) pada bentuk bangunan.....	158
Gambar 5.27	Desain awal rencana bentuk elemen <i>water spray envelope</i>	159
Gambar 5.28	Proses perbaikan bentuk selubung <i>water spray</i> merupakan kombinasi eksplorasi 1 & 3	160
Gambar 5.29	Perbaikan kombinasi eksplorasi 1 dan eksplorasi 3 selubung bangunan.....	160
Gambar 5.30	Sistem kerja <i>active shading</i> pada selubung <i>water spray</i>	161
Gambar 5.31	Integrasi sistem pembayangan dengan komponen utilitas <i>water spray</i> pada selubung bangunan.....	161
Gambar 5.32	Selubung <i>water spray envelope</i> mengakomodasi view keluar bangunan.....	162
Gambar 5.33	Selubung <i>water spray envelope</i> sebagai kontrol silau dan panas matahari	162

Gambar 5.34	Selubung <i>water spray envelope</i> mengarahkan angin ke permukaan bangunan, sebagai utilitas <i>water spray</i> dan juga menerapkan <i>direct/indirect evaporation cooling</i>	163
Gambar 5.35	Detail komponen <i>water spray</i> pada selubung bangunan	163
Gambar 5.36	Aplikasi komponen <i>water spray</i> pada selubung bangunan dan penggunaan material kaca dengan sistem <i>self cleaning</i>	164
Gambar 5.37	Skema sirkulasi udara memanfaatkan <i>direct evaporation cooling</i> dan sirkulasi udara alami untuk mengalirkan udara panas dengan sistem <i>stack effect</i>	165
Gambar 5.38	<i>Direct & Indirect Evaporation Cooling</i> pada bangunan gedung kantor	166
Gambar 5.39	Udara panas pada ruangan dialirkan melalui exhaust plafon menuju atrium dan diteruskan keluar bangunan dengan ventilasi udara alami	167
Gambar 5.40	<i>Windwall</i> pada bangunan dan jendela pada partisi ruang dalam bangunan akan memungkinkan terjadinya sirkulasi udara silang (<i>cross ventilation</i>)	167
Gambar 5.41	Penyatuan elemen dan part arsitektur (inti bangunan, bentuk bangunan, dan komposisi <i>water spray envelope</i>)	168
Gambar 5.42	Penyatuan elemen dan part bangunan yang meliputi perbaikan dari siteplan, podium bangunan, skycourt dan tower bangunan .	169
Gambar 5.43	Pengendalian transfer panas bangunan dengan memperhatikan penempatan inti bangunan dan <i>water spray envelope</i>	170
Gambar 5.44	Bentuk geometri bangunan dan selubung bangunan merespon arah datangnya angin	171
Gambar 5.45	View keluar bangunan menjadi pertimbangan dalam perancangan gedung kantor	172
Gambar 5.46	<i>Skycourt</i> sebagai area atau ruang interaksi pengguna kantor sewa dan juga sebagai aliran udara pada bangunan	173
Gambar 5.47	Selubung bangunan mengakomodasi berbagai faktor kebutuhan bangunan diantaranya tetap mengakomodasi view, kontrol pencahayaan dan juga kontrol thermal.	174
Gambar 5.48	Perspektif gedung kantor hemat energi berkaitan dengan konsep bentuk terhadap <i>force</i>	178
Gambar 5.49	Gedung kantor menerapkan <i>solar collector</i> dan juga <i>rain harvesting system</i> pada bangunan	179
Gambar 5.50	<i>Skycourt</i> membantu pembagian distribusi air untuk <i>water spray envelope</i> sebagai tempat penampungan air	180
Gambar 5.51	Skema air bersih dan air bekas pada selubung <i>water spray</i>	180
Gambar 5.52	Site Plan gedung kantor hemat energi	181
Gambar 5.53	Denah Basement	182

Gambar 5.54	Denah Lantai 1	182
Gambar 5.55	Denah Lantai 2	183
Gambar 5.56	Denah Lantai 3 (area parkir).....	183
Gambar 5.57	Denah Lantai 4 (area parkir).....	184
Gambar 5.58	Denah Lantai 5 (area parkir).....	184
Gambar 5.59	Denah Lantai 6 (skycourt)	185
Gambar 5.60	Denah Lantai 7-8, 10, 12-13 (area kantor sewa)	185
Gambar 5.61	Denah Lantai 9 & 11 (area kantor sewa).....	186
Gambar 5.62	Denah Lantai 14 (skycourt)	186
Gambar 5.63	Denah Lantai 15, 17, 19-20, 22, 24-25, 27 (area kantor sewa) ...	187
Gambar 5.64	Denah Lantai 16, 18, 21, 23, 26 (area kantor sewa).....	187
Gambar 5.65	Denah Lantai 29 (area conference).....	188
Gambar 5.66	Denah Lantai Atap.....	188
Gambar 5.67	Gambar tampak gedung kantor hemat energi.....	189
Gambar 5.68	Gambar potongan gedung kantor hemat energi.....	190
Gambar 5.69	Dimensi bidang kaca permukaan gedung kantor hemat energi...	191
Gambar 5.70	Dimensi elemen pembayangan gedung kantor hemat energi	191
Gambar 5.71	Gambar perspektif <i>bird eye view</i> gedung kantor hemat energi ...	192
Gambar 5.72	Gambar sequential gedung kantor hemat energi	193
Gambar 5.73	Rancangan gedung kantor hemat energi menerapkan kombinasi sistem <i>passive & active shading</i>	194
Gambar 5.74	(gambar kiri) NBF Osaki mengandalkan penguapan dari kisi-kisi; (gambar kanan) rancangan gedung kantor menerapkan sistem <i>spray</i> dengan partikel air yang lebih banyak dan juga <i>shading</i> sebagai penahan panas	195
Gambar 5.75	Kombinasi <i>passive & active shading</i> dan juga <i>water spray</i> pada area balkon gedung kantor (a), gambar detail integrasi komponen <i>water spray</i> dengan <i>shading element</i> (b).....	195
Gambar 5.76	Sistem <i>direct evaporation cooling</i> pada Council House 2 dengan teknik <i>shower tower</i>	196
Gambar 5.77	<i>Direct evaporation</i> rancangan gedung kantor dengan penerapan <i>windwall</i> pada sisi ruang-ruang utama perkantoran sehingga mengurangi sebagian besar pemakaian energi pendinginan buatan.....	197

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pengaruh Bentuk Bangunan terhadap Angin	38
Tabel 2.2	Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada NBF Osaki Building	43
Tabel 2.3	Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Mesiniaga Tower	46
Tabel 2.4	Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Gran Rubina.....	48
Tabel 2.5	Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Council House 2	52
Tabel 2.6	Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Al-Bahr Tower.....	55
Tabel 2.7	Sintesa Kajian Preseden	56
Tabel 4.1	Hasil Analisa View pada Lahan	87
Tabel 4.2	Hasil Analisa Vegetasi Eksisting pada Lahan	90
Tabel 4.3	Hasil Analisa Pengamatan Kendaraan terhadap Lahan.....	92
Tabel 4.4	Pengamatan Jalur Peredaran Matahari pada Lokasi dengan <i>Suncalc.</i>	96
Tabel 4.5	Hasil Analisa Pengamatan Jalur Matahari terhadap Lahan.....	100
Tabel 4.6	Data Statistik Pergerakan Angin Stasiun BMKG Juanda Surabaya (10 tahun terakhir)	101
Tabel 4.7	Hasil Analisa Angin terhadap Lahan.....	104
Tabel 4.8	Hasil Analisa Perletakan <i>Skycourt</i> pada Bangunan.....	107
Tabel 4.9	Rencana Luas Area Kebutuhan Ruang Perancangan Gedung Kantor	114
Tabel 4.10	Sintesa Keseluruhan <i>Force</i>	121
Tabel 5.1	Kriteria Rancang yang perlu Diperhatikan dalam Tahap <i>Propose Form</i>	127
Tabel 5.2	Eksplorasi <i>Site Plan</i>	130
Tabel 5.3	Eksplorasi Material Bangunan	133
Tabel 5.4	Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 1.....	145
Tabel 5.5	Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 2.....	146
Tabel 5.6	Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 3.....	147
Tabel 5.7	Perbandingan Usulan Bentuk Bangunan & Perbandingan Evaluasi Penerimaan Panas Bangunan	149
Tabel 5.8	Evaluasi Hasil Rancangan terhadap Kriteria Rancang.....	175

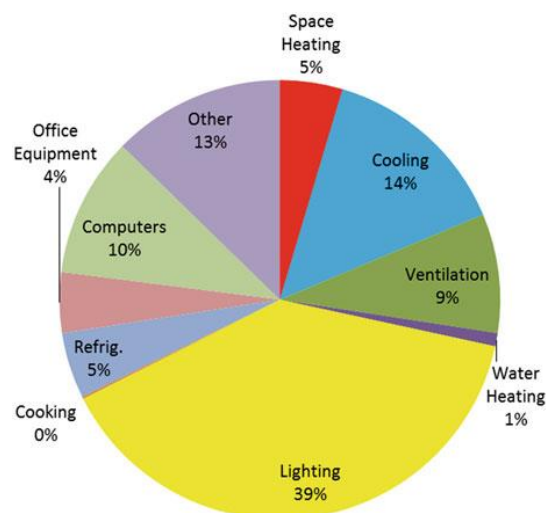
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan komponen penting dalam tahapan pembangunan. Dengan akselerasi pembangunan yang meningkat akhir-akhir ini, penambahan penduduk dan peningkatan taraf hidup menyebabkan laju konsumsi energi semakin meningkat pula. Penggunaan energi di Indonesia dapat dikelompokkan dalam sektor-sektor industri, rumah tangga, bangunan komersial dan transportasi. Semakin berkembangnya perekonomian dicatat dengan semakin banyaknya pendirian bangunan komersial (mall, perkantoran, dsb) karena itu khusus untuk bangunan komersial perlu dilakukan langkah-langkah konservasi energi sebelum dan sesudah pembangunan gedung komersial tersebut. Seperti halnya di Surabaya, banyaknya pembangunan gedung komersial sehingga konsumsi energi sebelum dan sesudah pembangunan bisa dikategorikan tinggi.

Konsumsi energi pada gedung perkantoran mencapai angka 41% diantara bangunan gedung lainnya. Hal ini umumnya dikarenakan luasnya gedung perkantoran sehingga energi yang dibutuhkan juga semakin besar (Sayigh, 2017).



Gambar 1.1 Persentase penggunaan energi listrik pada gedung kantor (Sayigh, 2017)

Dari informasi tersebut, penting bagi desainer dalam memberi prioritas pemecahan terkait penggunaan energi. Strategi desain mengenai penerangan dan pendinginan, penggunaan ventilasi, pemilihan bentuk dan material yang tepat juga beralih ke energi yang dapat diperbarui daripada menggunakan energi yang tidak dapat diperbarui.

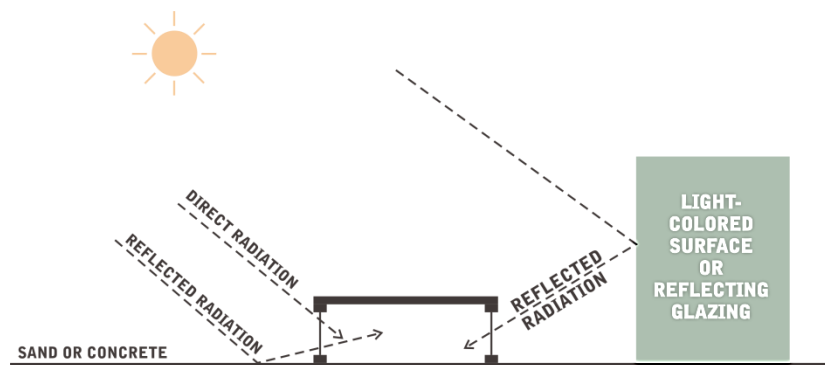


Gambar 1.2 Peta lokasi Surabaya & pesatnya pembangunan gedung-gedung perkantoran di Surabaya (sumber : www.skyscrapercity.com)

Di kota Surabaya, banyak perusahaan multinasional mempunyai kantor pusat di kota metropolitan tersebut. Diantaranya adalah PT Sampoerna Tbk, Maspion, Wing's Group, Unilever Indonesia, Pakuwon Group, Jawa Pos Group, PT PAL Indonesia, dan lain sebagainya. Dalam 2-3 tahun terakhir, berdasarkan pengamatan, hampir diseluruh kawasan Surabaya sedang gencar dalam pembangunan gedung-gedung perkantoran. Menurut Senior Associates Director Colliers International Indonesia, Ferry Salanto, permintaan ruang perkantoran di Surabaya lebih banyak berasal dari perusahaan yang berhubungan dengan infrastruktur. Dia mencontohkan, perusahaan bangunan jalan dan pembangkit listrik sebagai perusahaan penyewa perkantoran yang dominan. Sementara perusahaan asuransi, perbankan dan perusahaan lainnya yang berhubungan dengan keuangan tercatat masih tetap aktif. Beberapa gedung perkantoran yang telah dibuka adalah Skyline Office Tower, MNC Tower, Pakuwon Center, AMG Tower, dan The Samator Skysuites SOHO. Kemudian Spazio Tower, Tunjungan Plaza VI, dan Ciputra World Surabaya Skyloft SOHO yang dijadwalkan beroperasi pada 2017. Sementara enam gedung lainnya beroperasi pada 2018,

yakni The Frontage, Marvel City, Praxis Office, Voza Office Tower, Puncak Dharmahusada, dan Signature Gallery. Lima gedung lainnya dibuka pada 2019 yakni Grand Sungkono Lagoon, Capital Square, One Galaxy, Puncak Bukit Golf Square, Puncak CBD Jajar Tunggal, dan Ciputra World Surabaya SOHO.

Beberapa gedung perkantoran yang baru-baru ini telah beroperasi mempunyai desain arsitektur dengan penggunaan material kaca sekitar lebih dari 80% dan tanpa menerapkan elemen pembayangan. Contohnya seperti MNC Tower di Genteng Kaliasin, The Samator SkySuites SOHO di Jl. Panjang Jiwo, dan AMG Tower pada *Central Business District* Jl. Ahmad Yani. Tidak dapat dihindari, penggunaan material kaca mengesankan bahwa desain arsitektur gedung-gedung perkantoran terasa lebih modern, *hi-tech*, dan mewah. Namun seperti yang kita ketahui, penggunaan material kaca dapat meningkatkan suhu ruangan bangunan itu sendiri ataupun dapat meningkatkan suhu pada lingkungan perkotaan (*heat-island effect*) (Lechner, 2015).



Gambar 1.3 Pantulan panas radiasi matahari dari gedung-gedung bertingkat menyebabkan pemanasan lingkungan perkotaan (Lechner, 2015)

Dampak negatif dari meningkatnya suhu lingkungan perkotaan adalah meningkatkan konsumsi energi bangunan, meningkatkan emisi polutan & gas rumah kaca (*greenhouse effect*) (Sayigh, 2017). Dengan demikian maka akan meningkatkan beban pendinginan bangunan perkotaan, menaikkan beban listrik untuk keperluan pendinginan, menurunkan nilai COP (*Coefficiency of Performance*) Air Conditioning hingga 25%, dan mengurangi tingkat aliran udara perkotaan hingga sepuluh kali lipat (Sayigh, 2017).

Gedung perkantoran lainnya yang perlu diperhatikan adalah terkait dengan aspek orientasi. Dengan terbatasnya lahan yang tersedia, namun kebutuhan akan ruang perkantoran yang tinggi, memaksa desain gedung perkantoran mengesampingkan aspek orientasi. Bangunan yang sisi terpanjangnya mengarah kearah Timur-Barat lebih cepat menerima radiasi panas matahari dan akan menambah beban energi pendinginan bangunan (Sayigh, 2017). Beberapa gedung perkantoran baru di Surabaya yang berhadapan dengan arah matahari diantaranya, AMG Tower, Satoria Tower, Spazio Tower, dsb. Jika hal tersebut terus berlanjut pada gedung-gedung baru maka akan cukup menimbulkan masalah. Dikarenakan akan menyerap energi yang besar yang seharusnya dapat dihemat untuk keberlanjutan generasi yang akan datang.



Gambar 1.4 Gedung Saraswanti (AMG Tower) merupakan salah satu gedung yang kurang memperhatikan aspek orientasi bangunan (sumber : www.saraswanti.com)

Terkait beberapa dampak negatif yang ditimbulkan oleh kondisi gedung perkantoran di Surabaya, hal tersebut mendorong objek perancangan untuk berfokus pada isu energi. Objek perancangan berupa perkantoran bertingkat tinggi di kota Surabaya dengan isu energi berupaya menghasilkan desain yang dapat menekan pemakaian konsumsi energi.

Menurut Yeang (1999), desain bangunan seharusnya memaksimalkan mode pasif dan meminimalkan *full-mode* (sistem aktif). Hal ini dapat dicapai dengan orientasi bentuk bangunan, penataan layout pada lahan, desain fasad,

solar-control device, *passive daylight device*, material selubung bangunan, lansekap vertikal, dan *passive cooling* (sistem pendinginan pasif).

Dengan pendekatan teori efisiensi energi dan dengan permasalahan bahwa gedung perkantoran di Surabaya mempunyai desain yang dapat meningkatkan *temperature* ruangan dan perkotaan, maka seharusnya desain gedung perkantoran di Surabaya memperhatikan prinsip-prinsip desain pasif (perletakan inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan), elemen pembayangan (*shading device*), selubung bangunan dan *passive cooling*.

Passive cooling adalah strategi dalam upaya menurunkan suhu ruangan bangunan. Beberapa cara diantaranya adalah dengan mengalirkan angin kedalam bangunan (*airflow through building*), penggunaan fasad *double skin*, penerapan *radiant cooling*, *evaporative cooling*, *cool tower*, *earth cooling* ataupun *solar chimney* (Lechner, 2015).

Geometri dan selubung bangunan berpengaruh terhadap perpindahan panas ke dalam bangunan. Dengan volume bangunan yang sama dan luas selubung yang berbeda, perpindahan panas ke dalam bangunan juga berbeda. Ini berkaitan dengan luas permukaan yang menutupi bangunan atau s/v rasio. Semakin besar permukaan maka semakin besar panas yang diterima (Markus, 1980). Selain dipengaruhi oleh luas selubung bangunan, perpindahan panas ke dalam bangunan juga dipengaruhi oleh material selubungnya (Juniwati, 2005). Material selubung yang baik adalah material yang dapat menyerap perpindahan panas, bukan memantulkan panas keluar bangunan/lingkungan sekitar.

Konsep desain yang diusulkan dalam objek perancangan adalah gedung perkantoran dengan desain yang efisien sehingga lebih hemat energi dari gedung-gedung perkantoran yang sudah ada. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek yang telah dijelaskan pendekatan teori-teori di atas.

Ide awal rancangan gedung kantor di Surabaya menggunakan pendekatan energi efisiensi dengan menerapkan strategi *passive cooling* berupa *evaporative cooling*. Ditinjau dari sisi kebaruan, konsep gedung kantor mengusung konsep *water spray envelope*. Dengan konsep *water spray envelope* (*evaporative cooling*), selubung gedung perkantoran dirancang dapat mengalirkan air dan juga angin. Aliran air dihembuskan dengan angin dengan sistem *spray* agar dapat

mereduksi suhu permukaan bangunan, menghambat transfer panas kedalam bangunan, dan juga menurunkan suhu ruang bangunan. Selubung gedung berfungsi sebagai penyerap perpindahan panas matahari kedalam bangunan. Didukung dengan prinsip desain pasif dan elemen pembayangan yang juga menjadi prioritas desain dalam menyelesaikan permasalahan panas pada gedung perkantoran. Secara spesifik, aspek kebaruan desain perancangan gedung kantor di Surabaya terletak pada integrasi antara prinsip desain energi efisiensi pada gedung (desain pasif) dan penerapan konsep *water spray envelope* sebagai *direct & indirect evaporation cooling* pada bangunan.

Konsekuensi penerapan konsep *water spray envelope* yang menggunakan air sebagai media pendinginan yaitu dengan menyediakan penampungan-penampungan air (*water storage*). Dari penampungan air nantinya digunakan sebagai sumber utama *water spray* pada selubung bangunan. Gedung bangunan dirancang agar dapat menyimpan air hujan (*Rain Harvesting System*) dan menerapkan *Water Recycle* untuk efisiensi air dalam penggunaan konsep *water spray envelope*.

Konsep gedung kantor yang menerapkan desain yang hemat energi antara lain NBF Osaki Building (Nikken Sekkei) di Jepang, Mesiniaga Tower (Ken Yeang) di Malaysia, Gran Rubina (PDW & AG5) di Jakarta, Gedung Council House 2 (MickPearce) di Australia dan Al-Bahr Tower (AEDAS) di UEA.

NBF Osaki Building mempunyai strategi desain khusus dalam menangkal panas matahari yang masuk kedalam bangunan. Penggunaan tirai pipa silinder pada bagian fasad bangunan yang didesain agar dapat dialiri air pada bagian tengah pipa. Air yang berada pada pipa menguap dan membuat suhu sekitar permukaan menjadi lebih dingin. Strategi desain dengan konsep *evaporative cooling* ini sangat efektif walaupun orientasi bangunan berhadapan dengan arah matahari (Timur-Barat).

Mesiniaga Tower menerapkan strategi desain yang ramah lingkungan dan ekologis sehingga mengurangi biaya perawatan jangka panjang. Penerapan orientasi gedung, pemakaian *sunshade*, perletakan *core* yang tepat, penggunaan sirkulasi udara alami efektif dalam menangkal masuknya panas radiasi matahari. Pada desain Gran Rubina, bangunan berupaya memanfaatkan potensi sumber daya

alam secara maksimal. Penerapan orientasi bangunan & penggunaan sirip sebagai penghalang panas matahari mampu mengurangi beban panas bangunan.

Gedung Council House 2 merupakan gedung kantor yang berupaya mengurangi konsumsi energi hingga 50%. Strategi penerapan orientasi gedung, aktif *shading device* sebagai kontrol radiasi matahari, vegetasi bangunan sebagai pendingin bangunan, dan penggunaan *photovoltaic panel* adalah upaya-upaya untuk mencapai penghematan energi sebesar 50%. Gedung Council House 2 menerapkan prinsip *evaporative cooling (direct evaporation cooling)* yang diaplikasikan pada *shower tower* untuk mendinginkan ruang-ruang bangunan.

Al-Bahr Tower adalah gedung yang merespon kondisi iklim dan cuaca setempat. Pemilihan bentuk gedung yang oval dan fokus desain terhadap aktif *shading device* yang dapat merespon radiasi matahari, mampu menurunkan panas bangunan sehingga menurunkan konsumsi energi pendinginan buatan dan energi pencahayaan buatan.

Strategi yang tepat dalam upaya menurunkan suhu permukaan bangunan yang berdampak pada penghematan energi pendinginan adalah pada penerapan desain pasif, konfigurasi selubung, bentuk bangunan (geometri) dan penerapan *passive cooling*. Penerapan *passive cooling* berupa *evaporative cooling* berperan besar terhadap penurunan suhu bangunan, suhu permukaan bangunan dan suhu lingkungan sekitar. Air berfungsi menyerap panas dan tidak menimbulkan pantulan panas ke lingkungan sekitar. *Evaporative cooling* efektif diterapkan dalam keadaan orientasi bangunan menghadap ke arah jalur matahari (Timur-Barat).

Gedung kantor hemat energi yang menerapkan *konsep water spray envelope* seharusnya sangat efektif dalam menekan konsumsi energi pendinginan. Aspek kebaruan terletak pada integrasi desain sistem *water spray* selubung bangunan dengan desain elemen pembayangan. Dibandingkan dengan bangunan yang sudah ada (preseden), sangat sedikit bangunan yang menerapkan konsep sejenis dalam upayanya menurunkan suhu permukaan dan ruangan bangunan sehingga menekan pemakaian energi pendinginan. Penerapan teknik semprot (*water spray*) pada selubung belum ditemukan pada desain bangunan yang sudah ada.

1.2 Permasalahan Perancangan

Pesatnya pembangunan gedung-gedung perkantoran bertingkat tinggi yang menggunakan fasade kaca dan kurangnya penyelesaian yang baik terhadap orientasi bangunan (dikarenakan terbatasnya lahan) menimbulkan dampak negatif bagi bangunan itu sendiri maupun lingkungan sekitar. Dampak negatif tersebut dapat meningkatkan suhu bangunan dan perkotaan sehingga meningkatkan konsumsi energi bangunan, meningkatkan emisi polutan & gas rumah kaca (*greenhouse effect*).

Terkait dampak negatif yang ditimbulkan oleh kondisi beberapa gedung-gedung kantor yang sudah ada, hal tersebut mendorong objek perancangan untuk fokus mengedepankan isu energi. Panas radiasi matahari merupakan faktor dalam peningkatan konsumsi energi pendinginan bangunan sehingga objek perancangan berupa gedung perkantoran bertingkat tinggi di kota Surabaya dengan isu energi berupaya untuk dapat memecahkan permasalahan rancangan yaitu :

1. Apa saja faktor pengendalian panas bangunan dan kriteria yang diperlukan dalam perancangan gedung kantor hemat energi?
2. Bagaimana mengatasi permasalahan orientasi gedung kantor akibat keterbatasan lahan agar tetap hemat energi?
3. Bagaimana penerapan *konsep water spray envelope* pada perancangan gedung kantor hemat energi?

Diperlukan kajian, studi literature, studi preseden dan berbagai informasi agar desain gedung kantor bertingkat tinggi di Surabaya sesuai dengan pendekatan prinsip-prinsip efisiensi energi.

1.3 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan ini adalah menghasilkan rancangan skematik gedung kantor hemat energi dengan konsep *water spray envelope*. Pendekatan efisiensi energi dilakukan khususnya untuk menekan konsumsi energi pendinginan bangunan. Beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi faktor pengendalian panas bangunan, mencari kriteria bangunan hemat energi dan menerapkan konsep *water spray envelope* sebagai upaya menurunkan suhu bangunan khususnya yang mempunyai permasalahan terhadap orientasi bangunan.

1.4 Manfaat Perancangan

Objek perancangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat secara teoretis dan praktis sebagai berikut :

1. Manfaat praktis bagi pemerintah, masyarakat umum, atau investor adalah memberi sumbangan atau panduan merancang gedung kantor hemat energi yang menerapkan prinsip efisiensi energi dengan konsep *water spray envelope* untuk menekan konsumsi energi.
2. Manfaat teoretis bagi akademisi adalah untuk menambah pengetahuan tentang bagaimana merancang gedung kantor hemat energi yang menerapkan prinsip efisiensi energi dengan konsep *water spray envelope* untuk menekan konsumsi energi.

1.5 Batasan Perancangan

Batasan perancangan dilakukan agar fokus terhadap pemecahan masalah yang diangkat secara efektif dan efisien yaitu :

1. Obyek rancang berupa desain gedung kantor bertingkat tinggi yang dihuni oleh beberapa perusahaan. Bangunan bertingkat tinggi memerlukan penghematan energi untuk menekan beban pendinginan bangunan.
2. Rancangan merespon keadaan iklim tropis. Bentuk geometri, selubung bangunan, dan elemen pembayangan berfungsi sebagai pengendalian panas bangunan.
3. Rancangan berada pada lokasi yang mempunyai tingkat kepadatan tinggi atau terletak di Surabaya Timur dikarenakan Surabaya Timur berpotensi menjadi pusat bisnis baru (Pitoko, 2016).

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Perkantoran

2.1.1 Definisi Perkantoran

Pengertian kantor secara etimologi diambil dari bahasa Belanda “Kantoor” yang memiliki arti suatu ruangan tempat bekerja, bisa juga tempat pimpinan suatu instansi. Sedangkan kantor berasal dari bahasa Inggris yakni “*Office*” yang memiliki arti ruang tempat seseorang atau lebih melakukan pekerjaan, atau tempat pemberian pelayanan kepada orang lain. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kantor adalah balai (gedung, rumah, ruang) tempat mengurus suatu pekerjaan (perusahaan dan sebagainya). Makna kata kantor dari masing-masing bahasa tersebut memiliki makna yang sama, yakni kantor diartikan sebagai suatu tempat atau ruang yang digunakan untuk aktivitas bekerja.

2.1.2 Gedung Kantor Sewa Bertingkat Tinggi

Bangunan bertingkat tinggi berdasarkan ketinggian bangunan menurut Peraturan Pemerintah No 36 th 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan UU No 28 th 2002 Tentang Bangunan Gedung adalah bangunan yang mempunyai jumlah lantai lebih dari 8 lantai. Sedangkan menurut Mulyono (2000), bangunan bertingkat tinggi (*high rise building*) adalah bangunan yang mempunyai ketinggian lebih dari 6 lantai atau >20m.

Pengertian kantor sewa adalah ruang atau bangunan sebagai tempat untuk melaksanakan kegiatan administrasi bagi setiap perusahaan atau pengguna, yang pengadaannya dimaksudkan untuk disewakan kepada perusahaan/pengguna dalam jangka waktu tertentu pula sesuai kesepakatan bersama antara pengguna (penyewa) dengan pemilik (pengelola) (Santoso,2002).

Dapat disimpulkan bahwa kantor sewa bertingkat tinggi adalah bangunan yang mempunyai jumlah lantai lebih dari 8 lantai dengan fungsi sebagai tempat

pemberian pelayanan atau tempat untuk aktivitas kerja bagi perusahaan atau pengguna yang menyewa bangunan tersebut.

2.2 Tipologi Perkantoran

Secara garis besar, menurut Mannasseh (1962) dalam Samudro (2012), jenis kantor pada umumnya dapat dibagi menjadi 4 macam, yaitu :

1. *Commercial office*, jenis perkantoran yang termasuk golongan ini adalah perkantoran (untuk 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 jangka waktu yang panjang dan merupakan perkantoran yang jumlah modal yang digunakan relative kecil
4. *Institutional/Government 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.

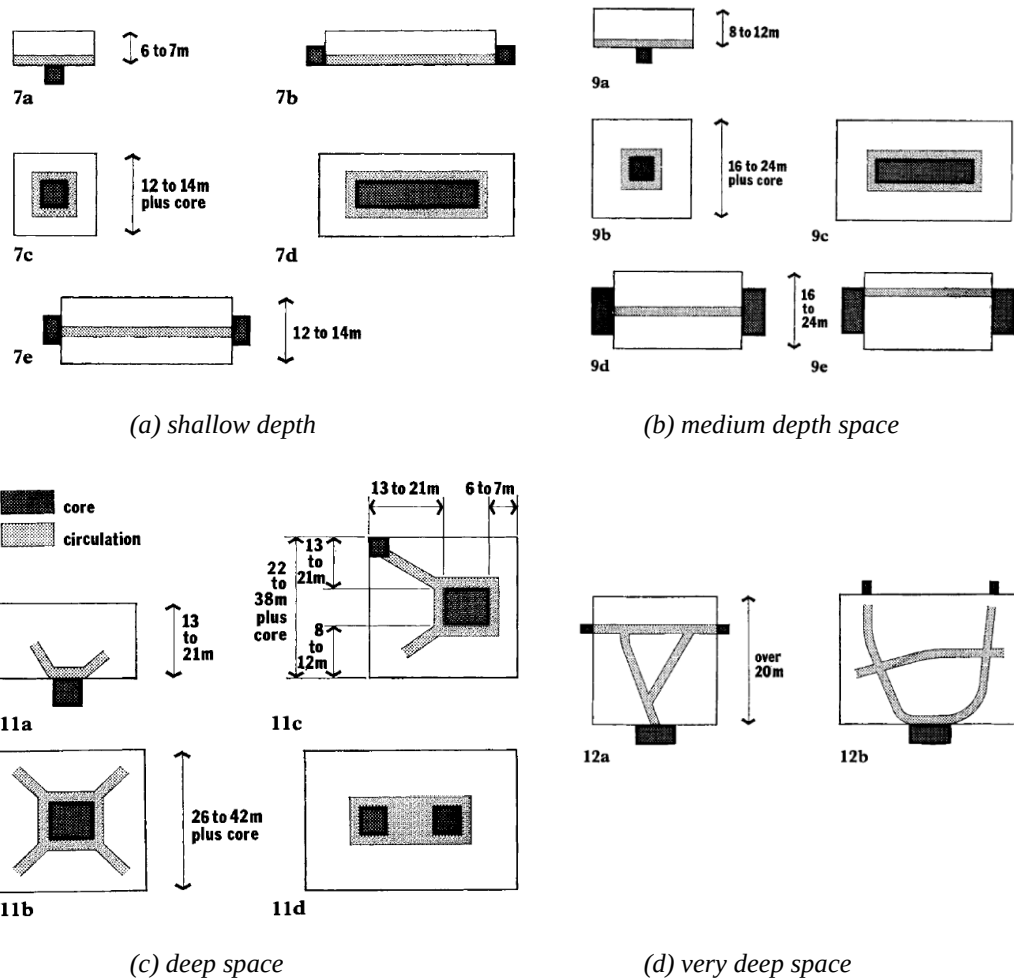
Berdasarkan pembagian layout denah, kantor dapat dibedakan menjadi :

1. *Sel (Cellular system)*, bentuk bangunan memanjang dengan koridor memanjang sejajar dengan bentuk bangunan. Ruang memiliki privasi tinggi sehingga sesuai untuk eksekutif, manager, dll.
2. Kelompok ruang (*Group space system*), sistem ini memiliki ruang dengan dimensi yang mampu menampung 5-15 karyawan, bersifat semi formal. Bangunan memiliki kedalaman 15-20m dari koridor ke dinding terluar bangunan.
3. Ruang terbuka (*Open plan system*), susunan ruang fleksibel menurut kebutuhan pemakai, dengan menggunakan sekat dan mempunyai karakter bebas dan non formal.

Berdasarkan kedalaman ruang (Duffy, 1976), kantor dapat dibedakan menjadi :

1. *Shallow depth*, ruang memiliki kedalaman kurang dari 8m, bentuk sirkulasi *single zone place* yang disusun linear, 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 kantor sewa memiliki kedalaman lebih dari 20m, mengkombinasikan ruang kecil dan sedang.



Gambar 2.1 Kedalaman ruang pada perancangan gedung kantor (Duffy, 1976)

Menurut Mannasseh, (1962) pada kantor sewa terdapat pengguna bangunan yaitu :

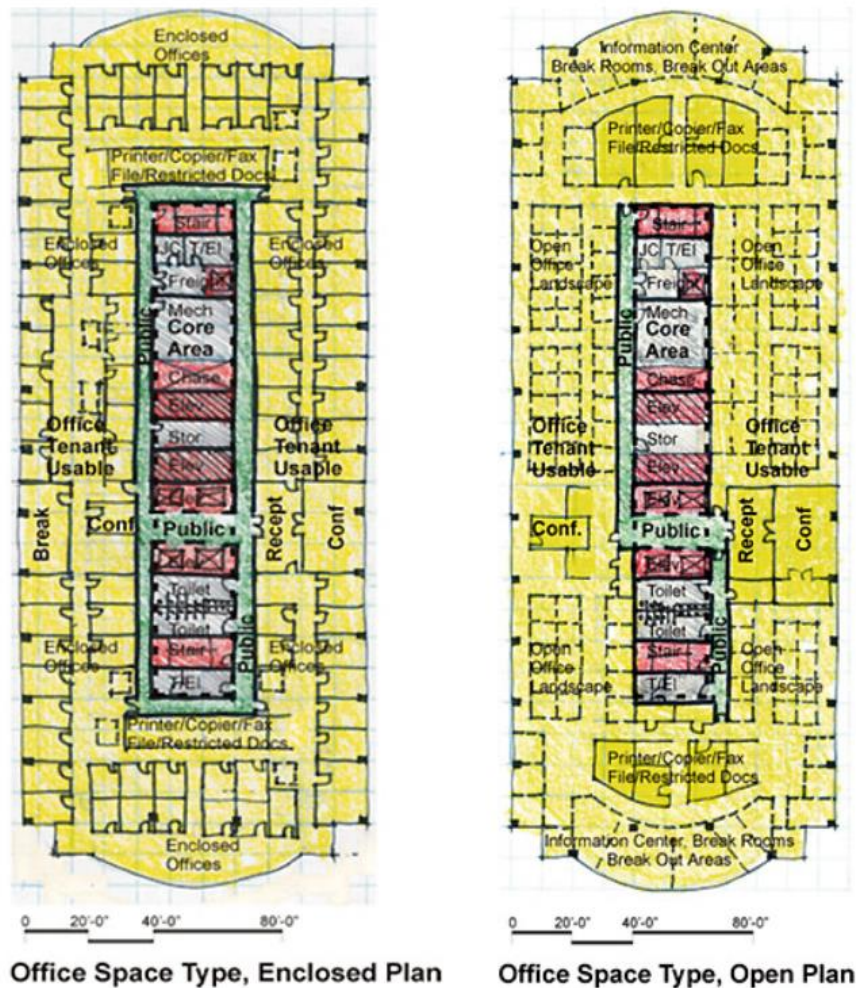
1. Penyewa/konsumen kantor sewa
2. Pengunjung bangunan atau tamu
3. Pengelola bangunan

Pemilahan dan pengelompokkan penyewa menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perancangan sebuah kantor sewa. Jika pengelompokan penyewa kantor adalah kelompok bidang usaha perdagangan, maka konsumen yang diperbolehkan menyewa adalah mereka yang mempunyai bidang usaha perdagangan. Pengunjung secara tak langsung akan terbatas sehingga terkadang perkantoran sewa juga memasukkan beberapa fungsi lain yang diorientasikan untuk menambah daya tarik pengunjung bangunan.

Menurut Conway (2017), kebutuhan ruang kantor sewa dibagi menjadi 4 fungsi yaitu :

1. Ruang kantor
Yaitu ruangan kantor yang bersifat privat atau semi privat yang berfungsi sebagai aktivitas bekerja. Juga terdapat ruang untuk konferensi atau rapat.
2. Ruang pendukung karyawan/pengunjung
 - a. Toko atau kios (*convenience store*)
 - b. Lobi, sebagai tempat informasi dan jadwal
 - c. Atrium, sebagai ruang bersosialisasi yang bersifat informal
 - d. Kantin atau cafeteria
 - e. Toilet
 - f. Tempat penitipan anak (jika dibutuhkan)
 - g. Tempat fitness untuk menjaga kebugaran karyawan
 - h. Parkir dalam bangunan
3. Ruang Administrasi, bersifat privat ataupun semi privat
4. Ruang Operasional dan Pemeliharaan (*Operational & Maintenance*), terdiri dari :
 - a. General storage atau gudang
 - b. Pantry
 - c. Ruang komputer/ruang IT/ruang kontrol
 - d. Ruang pemeliharaan (*maintenance*)

Terkait dengan pengaturan ruangan kantor, umumnya terdapat 2 tipe yaitu tipe tertutup (*enclosed plan*) dan tipe terbuka (*open plan*).

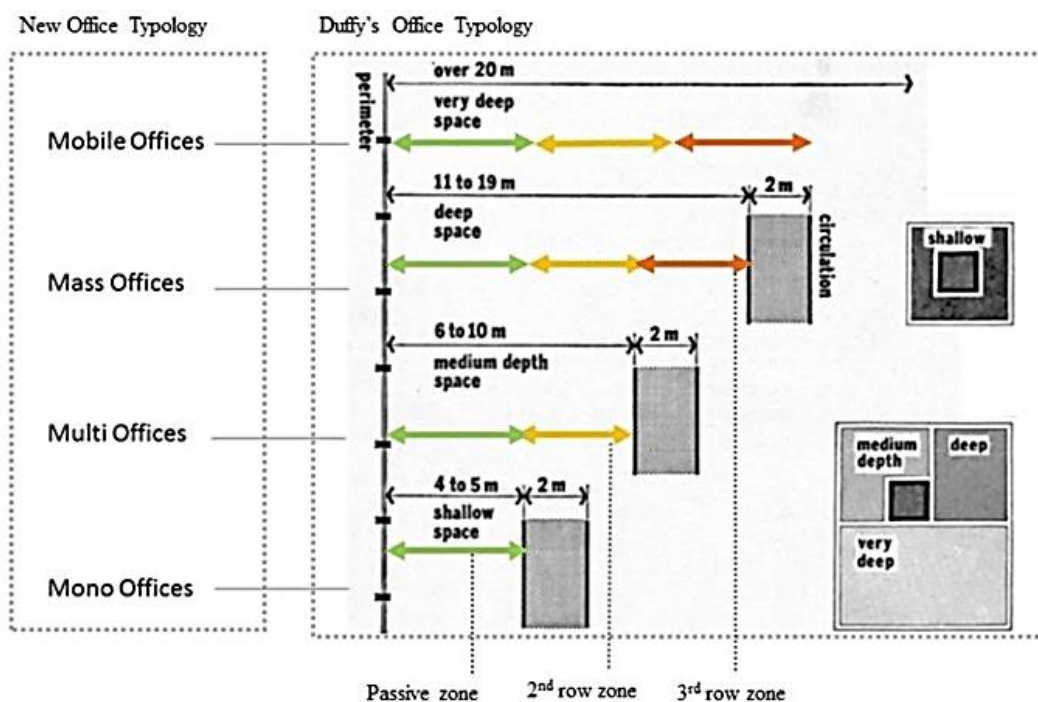


Gambar 2.2 Penataan kantor tertutup dan tipe terbuka (Conway, 2017)

Gambar 2.2 merupakan contoh tipe pengaturan ruangan dalam gedung kantor. Pengaturan ruangan tipe terbuka (*open plan*) lebih fleksibel dan lebih cocok dengan tren gedung kantor saat ini. Batas-batas dinding antar ruang tidak perlu lagi secara permanen, namun bisa disiasati dengan meja kubikal yang lebih efisien. Penggunaan ruangan tipe terbuka (*open plan*) juga berpotensi menghasilkan pengaturan ruangan yang lebih beragam daripada penggunaan ruangan tipe tertutup (*enclosed plan*). Dalam penerapan pengaturan ruangan kantor nantinya, lebih cenderung menerapkan pengaturan ruangan tipe terbuka (*open plan*). Penyewa kantor lebih leluasa dan fleksibel dalam mengatur dan menata ruang kantor sesuai yang mereka butuhkan atau inginkan.

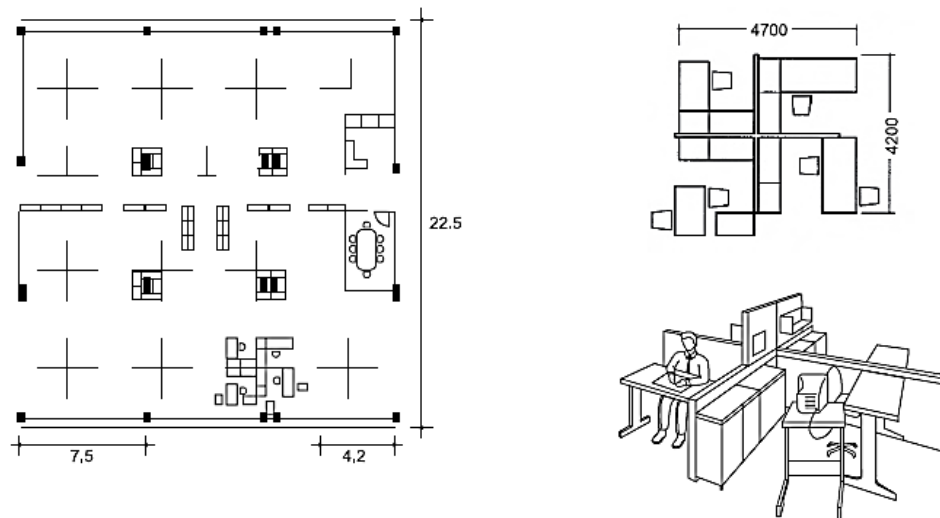
Menurut Jahed (2018), berdasarkan kelompok kerja, terdapat lima tipe kelompok yakni :

1. *Mono Office*, layout tipe selular
2. *Multi Office* , layout tipe kelompok ruang atau grup
3. *Mass Rigid Office*, layout tipe terbuka dan layout rigid
4. *Mass Flex Office*, layout tipe terbuka dengan layout fleksibel
5. *Mobile Office*, layout tipe fleksibel dengan tingkat interaksi dan otonomi tinggi



Gambar 2.3 Tipologi ruang kantor menurut Duffy (Jahed, 2018)

Dilihat berdasarkan kedalaman ruang dan tipologi menurut Duffy (gambar 2.3), kantor tipe terbuka (*open space*) termasuk dalam tipe *Mass Office* dengan kedalaman ruang 11-19 meter untuk *single zone place*. Selain tipe *Mass Office*, tipe *Mobile Office* juga bisa diterapkan untuk kantor tipe terbuka (*open space*) dimana kedalaman ruang lebih dari 20 meter untuk *single zone place*.



Gambar 2.4 Layout tipe terbuka (*open plan*) dengan kubikel pada area kerja (Duffy, dalam Littlefield 2008)

Dari analisa kedalaman ruang, kantor tipe terbuka (*open plan*) yang disarankan adalah lebih dari 20 meter. Artinya dengan kedalaman 20 meter maka kemungkinan ruang yang bisa direncanakan adalah dengan *medium depth space (double zone)*, *deep space (double zone)*, atau *very deep space* (gambar 2.1).

Dari beberapa jenis layout yang memungkinkan diterapkan pada perancangan gedung kantor (gambar 2.1), *medium depth space-double zone* adalah yang sesuai untuk kondisi perancangan. *Medium depth space* memungkinkan menyediakan ruang yang bebas dan menampung segala jenis kelompok kerja, terlebih lagi untuk tipe terbuka (*open plan*). Selain itu, *medium depth space-double zone* dengan tipe *core* diluar dapat menguntungkan area ruang kerja.

Dari penjelasan-penjelasan tipologi perkantoran, jenis kantor yang dipilih dalam perancangan ini adalah *commercial office*. Yaitu perkantoran dengan sistem sewa dengan target pengguna dari perusahaan-perusahaan swasta seperti perusahaan (*trading company*), asuransi dan transportasi. Kedalaman ruang kantor diperkirakan lebih dari 20 meter sesuai dengan tipe *very deep space*. Hal ini dikarenakan agar dapat mengkombinasikan ruang kecil dan sedang yang berfungsi sebagai ruang-ruang rapat karyawan, ruang komunal, aula, dan ruang multifungsi sebagai penunjang aktivitas kantor.

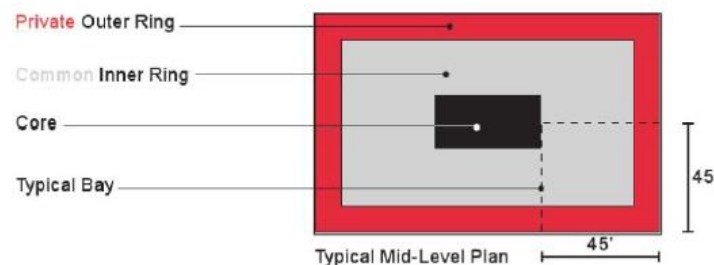
Sehubungan dengan kedalaman ruang pada bangunan iklim tropis, aliran udara mempunyai pengaruh terhadap kedalaman ruang bangunan. Kedalaman ruang yang sempit (*narrow plan depth*) memfasilitasi aliran udara melintasi ruang dan meningkatkan efektivitas ventilasi alami. Pada penerapan kedalaman ruang yang dalam (*deep space* atau *very deep space*), ventilasi alami untuk aliran udara silang akan sulit terjadi sehingga bangunan memerlukan poros vertikal seperti atrium atau *solar chimney* untuk memfasilitasi ventilasi alami (Raji, 2017). Oleh karena hal tersebut, penerapan *very deep space* seharusnya mempertimbangkan atrium atau *solar chimney* agar tercipta aliran udara silang yang membantu mengalirkan udara panas bangunan.

Pada gedung perkantoran, layout cenderung ditentukan oleh *user* (pengguna kantor sewa) sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Terdapat tiga tipikal layout (Crosby, et al, 2008) yaitu :

1. Layout Hirarki
2. Layout Invert-Hirarki
3. Layout Non- Hirarki

1. Layout Hirarki

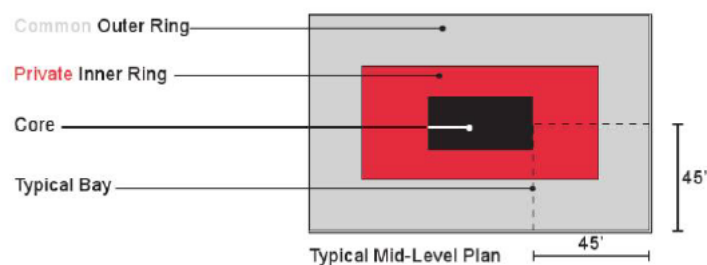
Layout tipe ini, area privat terletak pada sisi tepi bangunan dan ruang umum pada area tengah. Sisi tepi bangunan merupakan area ruang privat dan ruang konferensi. Area tengah merupakan area pekerja dengan kelas yang lebih rendah juga ruang lain seperti area makan dan area interaksi.



Gambar 2.5 Tipikal Layout Hirarki pada perkantoran (Crosby, 2008)

2. Layout Invert-Hirarki

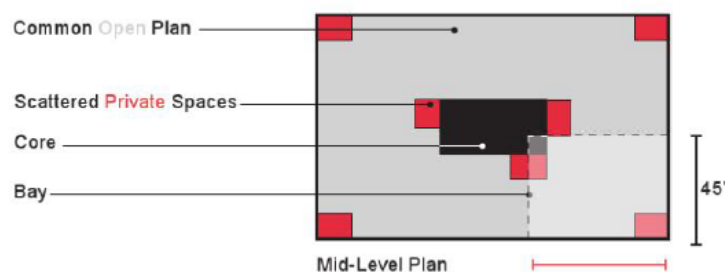
Layout tipe ini merupakan kebalikan dari Layout Hirarki. Area tengah merupakan area ruang privat dan ruang konferensi. Area tepi bangunan merupakan area pekerja dan area interaksi. Layout tipe ini lebih sering digunakan pada perkantoran dikarenakan pekerja pada area tepi bangunan lebih produktif. Hal tersebut sehubungan dengan area tepi bangunan yang mendapatkan cahaya alami dan udara segar yang baik untuk produktivitas.



Gambar 2.6 Tipikal Invert-Layout Hirarki pada perkantoran (Crosby, 2008)

3. Layout Non-Hirarki

Layout tipe ini berorientasi pada keterbukaan dan meminimalkan area privat. Ruang konferensi dan ruang privat untuk pekerja dengan kelas yang lebih tinggi berada pada sekitar area *open plan*. Hal yang menjadi dasar penerapan layout non-hirarki ini adalah untuk meningkatkan kreatifitas, tidak ada jarak antar kelas pekerja, dan ekonomis.



Gambar 2.7 Tipikal Layout Non-Hirarki pada perkantoran (Crosby, 2008)

Menurut Crosby, 2008, layout hirarki cenderung diterapkan oleh kantor hukum atau kantor perusahaan yang membutuhkan konsentrasi untuk para pekerjanya. Sedangkan untuk layout invert-hirarki dan non-hirarki cenderung diterapkan oleh firma arsitek, periklanan, perusahaan teknik, atau perusahaan-perusahaan yang lebih membutuhkan produktivitas & kreativitas untuk pekerjanya.

Dari beberapa tipikal layout gedung kantor, penerapan layout pada gedung kantor hemat energi ini akan dipertimbangkan pada tahapan eksplorasi dan evaluasi. Hal tersebut dikarenakan agar melihat faktor-faktor lain yang akan mempengaruhi dalam mengambil keputusan rancang.

2.3 Bangunan Hemat Energi

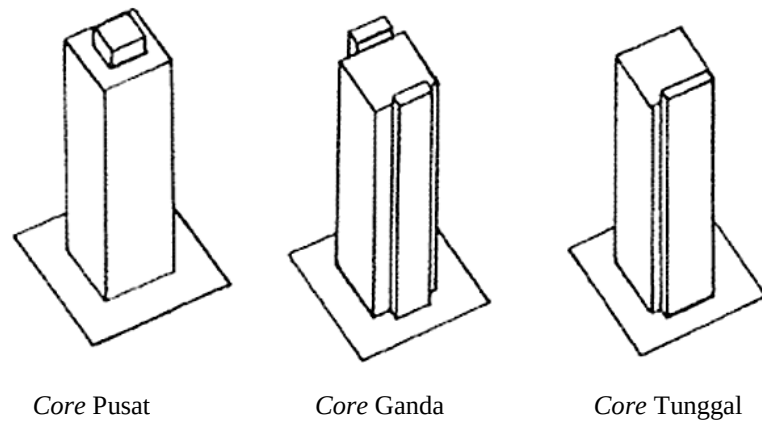
Perkantoran, retail, dan bangunan komersial mengkonsumsi energi paling banyak dibandingkan bangunan-bangunan lainnya. Hal ini disebabkan perkantoran, retail, dan bangunan komersial pada umumnya dalam skala yang besar sehingga berbanding lurus dengan besar kebutuhan energi yang digunakan. Konsumsi energi listrik paling besar dipakai sebagai penerangan (39%), kemudian sebagai pendingin ruangan (14%), dan ventilasi (9%) (Sayigh, 2017). Oleh karena itu, penting bagi desainer memberi prioritas penyelesaian masalah energi dengan strategi-strategi desain.

Dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini, panas radiasi matahari menjadi prioritas utama dalam upaya menekan konsumsi energi pendinginan bangunan. Panas radiasi matahari berpengaruh besar terhadap meningkatnya suhu ruangan gedung kantor sehingga aspek yang perlu adalah aspek pengendalian panas pada gedung bertingkat, diantaranya :

a. Penempatan *Core*/Inti Bangunan

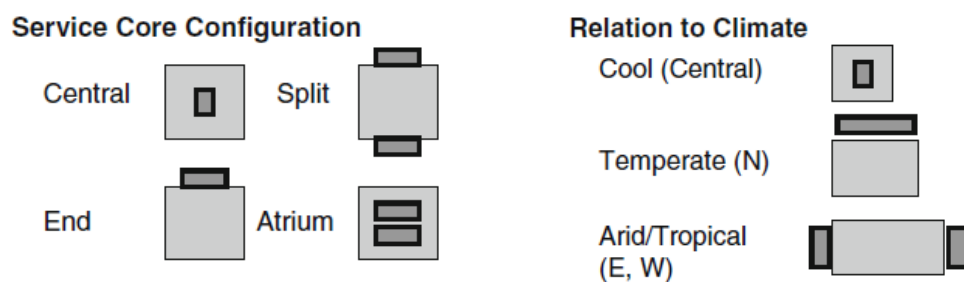
Menurut Yeang, 1994, arsitektur bioklimatik adalah suatu pendekatan dalam penyelesaian desain yang memperhatikan hubungan bentuk arsitektur dengan lingkungan dalam kaitan iklim daerah tersebut. Dalam upaya untuk menghalangi panas radiasi yang masuk kedalam bangunan, perletakan *core* yang tepat merupakan solusinya. Inti bangunan/*core* tidak hanya berfungsi sebagai

struktur, namun juga berpengaruh pada kenyamanan termal. *Core* ganda mempunyai banyak keuntungan. *Core* ganda dapat diletakkan pada sisi Timur-Barat sebagai penghalang panas yang masuk ke bangunan.



Gambar 2.8 Penempatan *core* bangunan (Yeang, 1994)

Hal serupa juga diungkapkan oleh Ali Sayigh. Menurut Sayigh, 2017, perletakan inti bangunan/*core* terletak di sisi timur atau barat bangunan agar memberi pembayangan ketika matahari berada pada sudut rendah. Penelitian menunjukkan pada konfigurasi inti ganda, dengan ventilasi pada sisi utara-selatan dan inti bangunan pada sisi Timur-Barat, dapat mencapai penghematan yang signifikan pada pemakaian *Air Conditioner*.

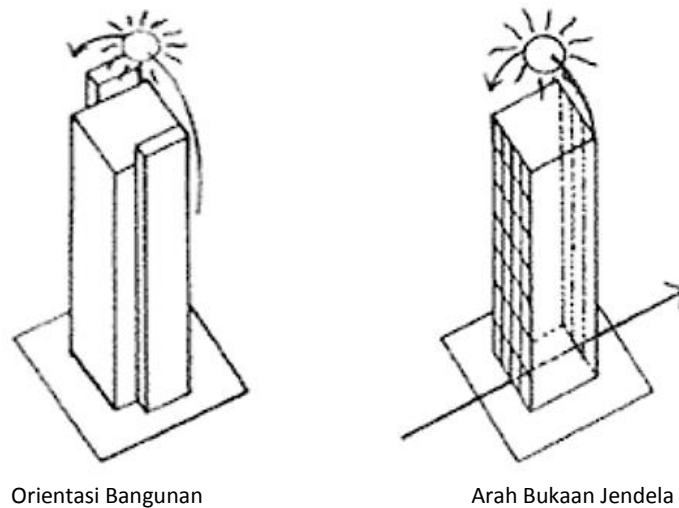


Gambar 2.9 Konfigurasi perletakan *core* bangunan (Sayigh, 2017)

b. Orientasi Bangunan & Aspek Rasio

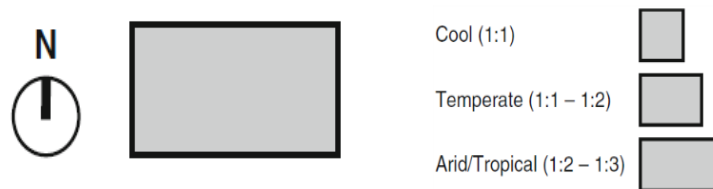
Susunan bangunan dengan bukaan menghadap utara dan selatan memberikan keuntungan dalam mengurangi insulasi panas. Orientasi bangunan

yang terbaik adalah meletakkan luas permukaan bangunan terkecil menghadap Timur-Barat memberikan dinding eksternal pada luar ruangan. Bukaan jendela harus sebaiknya menghadap utara dan selatan sangat penting untuk mendapatkan orientasi pandangan. Jika memperhatikan alasan estetika, *curtain wall* bisa digunakan pada fasad bangunan yang tidak menghadap matahari (Yeang, 1994).



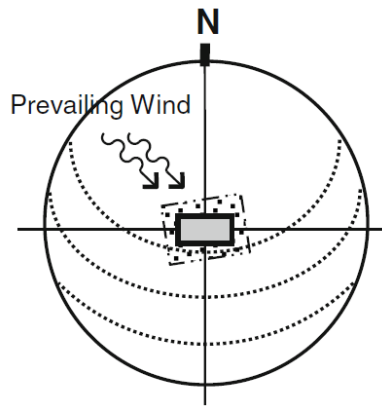
Gambar 2.10 Penentuan orientasi bangunan & arah bukaan yang baik pada iklim tropis (Yeang, 1994)

Sebaiknya bentuk bangunan memanjang dari timur ke barat, sehingga sisi yang panjang dari bangunan menghadap ke arah utara dan arah selatan. Aspek rasio yang optimum dari bentuk bangunan untuk iklim pada zona khatulistiwa (tropis) adalah 1:2 ; 1:3 (Sayigh, 2017)



Gambar 2.11 Aspek rasio bangunan pada iklim tropis (Sayigh, 2017)

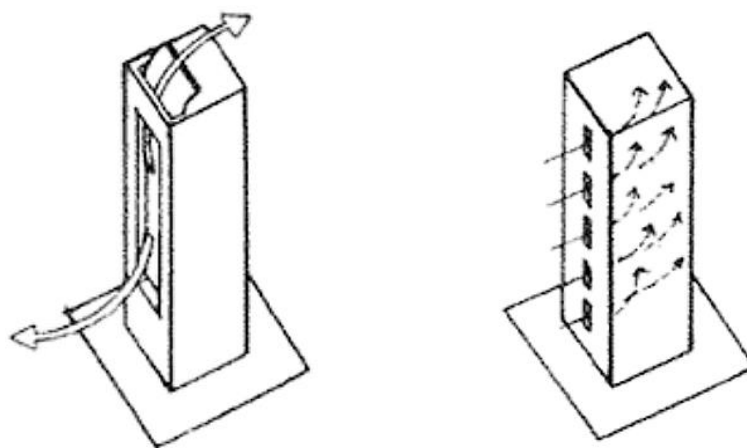
Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bentuk dasar bangunan berhubungan dengan posisi pada lahan, orientasi terhadap arah matahari dan arah angin.



Gambar 2.12 Orientasi bangunan pada lahan terkait arah matahari dan arah angin (Sayigh, 2017)

c. Ventilasi Udara Silang

Ventilasi udara silang digunakan untuk memberikan udara segar kedalam bangunan. Memaksimalkan pelepasan panas bangunan, membuka bukaan, jendela, jalusi yang memungkinkan udara silang berlangsung secara optimal. Dimana aliran udara membantu kenyamanan thermal (Yeang, 1994).



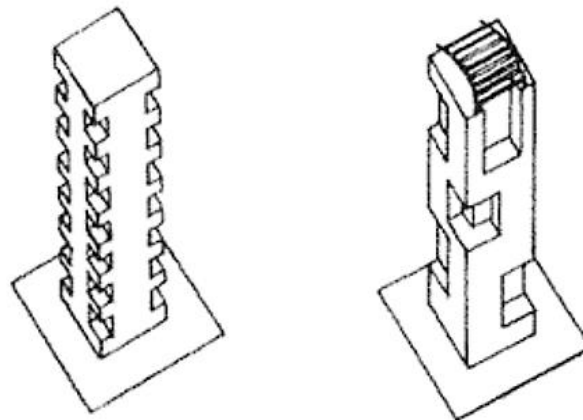
Gambar 2.13 Ventilasi udara silang pada bangunan bertingkat tinggi (Yeang, 1994)

Menurut Gonzalo, 2006, dalam setiap zona ruangan, diperlukan setidaknya dua sisi yang mempunyai ventilasi. Hal ini bertujuan sebagai *cross ventilation* yang dapat membuang udara panas dan digantikan oleh udara yang segar. Opsi lain dengan menggunakan *convective ventilation*, dimana udara panas akan mengalir keatas dan digantikan oleh udara yang segar.

Massa bangunan mampu menyerap panas berlebih pada siang hari. Lokasi dan bentuk jendela sangat relevan sehubungan dengan mengarahkan udara segar di luar menuju komponen bangunan.

d. Ruang Transisional & Balkon

Balkon sebagai ruang terbuka yang menerima panas matahari secara tidak langsung. Memanfaatkan radiasi matahari tidak langsung untuk menerangi ruang dalam bangunan. Hal ini berkaitan dengan efisiensi pencahayaan. Ruang transisional dapat diletakkan pada tengah atau sisi bangunan. Ruang transisional bisa menjadi atrium ataupun koridor. Ruang transisional dapat berfungsi sebagai optimalisasi sirkulasi udara pada bangunan (Yeang, 1994)



Gambar 2.14 Penerapan balkon & ruang transisional pada bangunan bertingkat tinggi (Yeang, 1994)

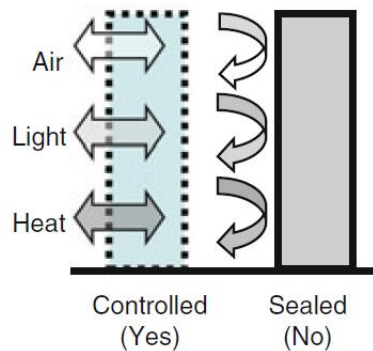
e. Selubung Bangunan

Pendekatan arsitektur hijau tidak menyarankan penggunaan selubung bangunan tertutup. Selubung bangunan yang ideal seharusnya :

- Mengurangi perolehan panas bangunan dengan *external shading*

- Memaksimalkan pencahayaan alami dan menyediakan udara segar (ventilasi)
- Berfungsi sebagai akustik dan menciptakan estetika pada bangunan

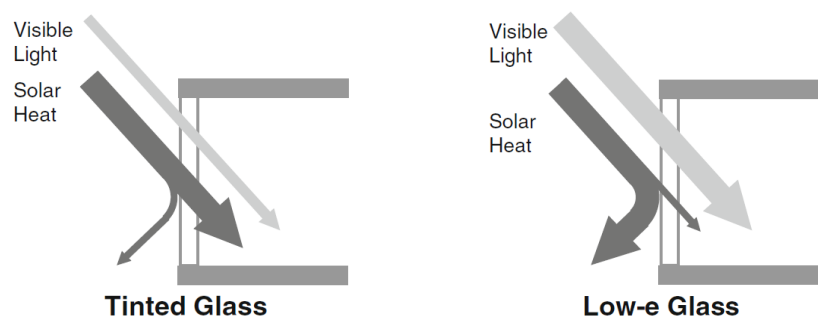
Selubung bangunan dapat ditembus oleh cahaya, panas, dan udara. Secara visual juga transparan dan dapat dikontrol atau dimodifikasi agar dapat bereaksi terhadap perubahan iklim lokal (Sayigh, 2017)



Gambar 2.15 Selubung bangunan yang direkomendasikan pada iklim tropis (Sayigh, 2017)

Kaca bening memberi cahaya yang lebih alami ke dalam ruangan. Sedangkan kaca berwarna (*tinted glass*) mempunyai dua efek negatif : 1. Menghantarkan panas ke dalam bangunan sekitar 80%; 2. Mengurangi pencahayaan alami.

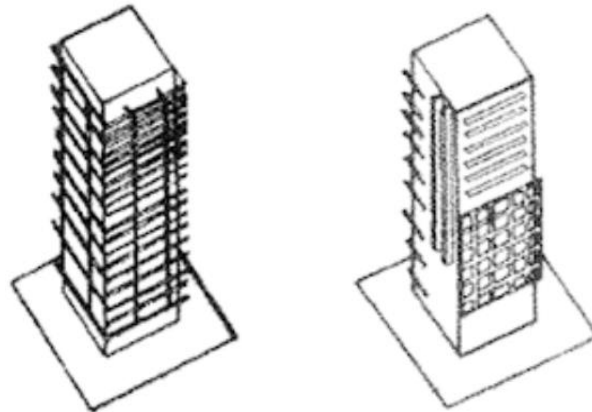
Low E-Glass (Low Emisive Glass) dapat mereduksi panas matahari. *Low E-Glass* lebih banyak memasukkan porsi cahaya daripada panas matahari ke dalam bangunan. Sehingga pencahayaan alami tercapai dengan panas matahari yang minim.



Gambar 2.16 Perbandingan Tinted Glass & Low-E Glass (Sayigh, 2017)

f. Elemen Pembayangan

Pada iklim tropis, fasade bangunan harus dapat digerakkan untuk mengendalikan ventilasi guna kenyamanan termal dalam bangunan. Untuk alat pembayangan pasif dapat diletakkan pada sisi yang berhadapan dengan matahari (Timur-Barat) (Yeang, 1994).

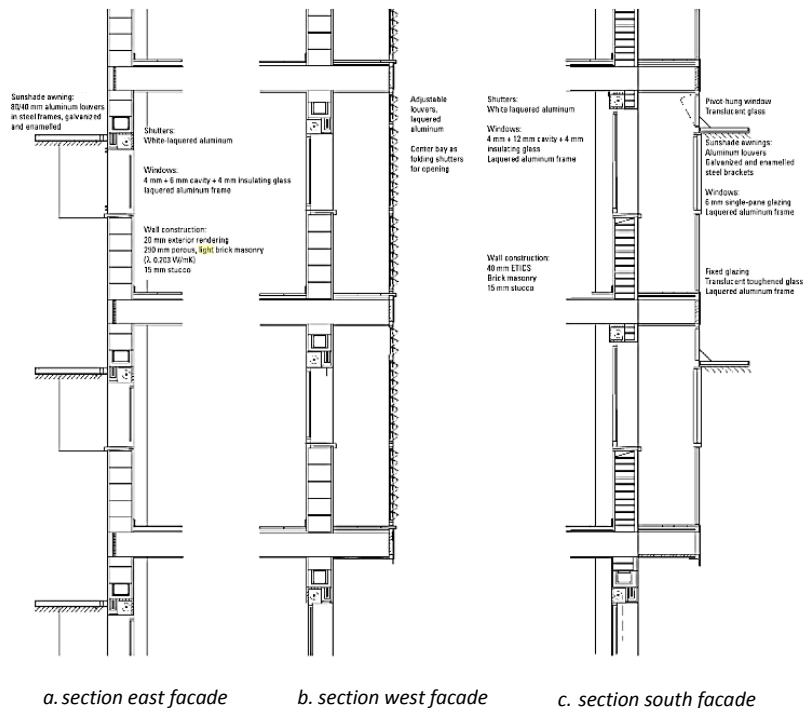


Gambar 2.17 Fasad bangunan & pembayangan pasif pada bangunan bertingkat tinggi (Yeang, 1994)

Menurut Sayigh, 2017, alat pembayangan matahari diperlukan di sisi timur, barat, selatan bangunan. Dikarenakan mempunyai periode paparan radiasi yang lama. Alat pembayangan berupa *light shelves* dapat membantu mengurangi silau dan membantu sinar matahari masuk ke dalam bangunan lebih dalam. Alat pembayangan yang tetap (*fixed shading devices*) lebih efektif dan tidak memerlukan biaya. Alat pembayangan yang dapat bergerak (*movable shading device*) lebih mahal namun fleksibel dalam kontrol terkait kondisi diluar. Sedangkan *intelligence façade* merupakan alat pembayangan yang beroperasi secara otomatis mengikuti radiasi matahari atau suhu luar bangunan.

Menurut Gonzalo (2006), *sun protection* bertujuan untuk mereduksi radiasi panas matahari dan menghalangi arah cahaya yang langsung kedalam bangunan. Jenis *sun protection* bergantung dari dimana arah bukaan pada bangunan. Sistem *sun protection* yang dapat disesuaikan (*automatic* atau *manual*) lebih mudah dalam mengontrol radiasi panas & cahaya yang masuk. Sedangkan sistem *sun protection* yang kaku/rigid diperlukan perhitungan dan desain yang tepat agar radiasi panas & cahaya sesuai dengan yang diharapkan. Penggunaan

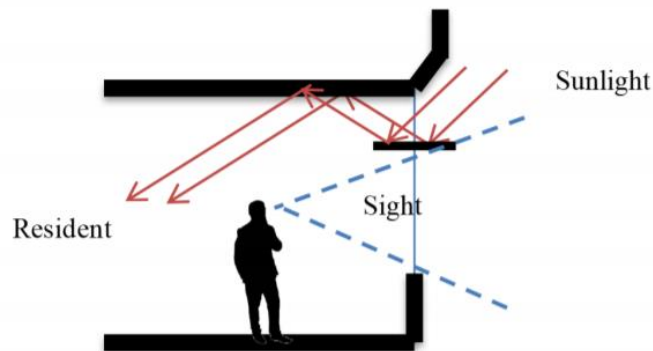
sun protection yang alami seperti dengan pohon biasanya tidak cukup dan juga tidak dapat diatur sesuai yang kita perlukan.



Gambar 2.18 Pembayangan (*shading device*) pada arah barat lebih baik dengan *adjustable louvre* (Gonzalo, 2006)

g. Pencahayaan Alami

Meningkatkan kualitas dalam ruangan dengan memaksimalkan pencahayaan alami dan meminimalkan pencahayaan buatan sehingga dapat mengurangi beban konsumsi energi pencahayaan buatan. Pencahayaan alami dapat menjangkau bangunan lebih dalam dengan cara penggunaan *light shelves*, *holographic optical elements*, dan *light pipes*.



Gambar 2.19 Prinsip pemantulan cahaya matahari dengan *light shelves* (Apritasari, 2014)

Mengoptimalkan pencahayaan alami dapat mengurangi konsumsi energi pencahayaan buatan dan juga dapat mengurangi panas yang timbul dari pencahayaan buatan. Pencahayaan alami menjadi faktor kunci dalam desain ruangan dan menunjang kenyamanan visual bagi pengguna (Apritasari, 2014). Pencahayaan buatan adalah sebagai pelengkap dari pencahayaan alami. *Light deflecting system* memungkinkan pencahayaan buatan dengan kondisi siang hari (pencahayaan alami) untuk mempertahankan tingkat pencahayaan tertentu (Gonzalo, 2006)

Keseluruhan aspek yang telah dijabarkan adalah sama-sama pentingnya dalam upaya menghalau transfer panas ke bangunan. Nantinya pengendalian panas pada gedung bertingkat diaplikasikan pada perancangan gedung perkantoran hemat energi dengan menentukan prioritas-prioritas yang sesuai dengan penyelesaian permasalahan perancangan. Dalam menentukan prioritas yang akan diterapkan, diperlukan analisa yang mendalam serta eksplorasi dan evaluasi pada tahapan-tahapan proses perancangan.

2.4 Bentuk dan Geometri Bangunan Hemat Energi

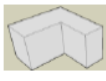
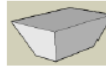
Bentuk dan geometri mempunyai peranan yang signifikan dalam hal peningkatan panas dalam bangunan itu sendiri. Komponen bentuk dan geometri terdiri dari luas area, luas permukaan dan volume. Perbandingan luas permukaan yang digunakan untuk menutup sebuah volume bangunan atau s/v ratio merupakan salah satu parameter desain yang mempengaruhi peningkatan panas pada bangunan (Markus, 1980).

Semakin kecil nilai s/v ratio pada sebuah bentuk & geometri sebuah gedung maka artinya luas permukaan selubung semakin efektif terhadap volume bangunan. Lebih sedikit luas permukaan bangunan yang terpapar radiasi matahari yang berarti hanya sedikit peningkatan panas dalam bangunan sehingga konsumsi energi pendinginan akan berkurang.

Apabila terdapat beberapa alternatif bentuk & geometri dengan nilai s/v ratio yang sama, peningkatan panas bangunan belum tentu sama. Hal ini dipengaruhi oleh luasan bidang yang terpapar oleh radiasi matahari (Laksmiyanti, 2016). Bangunan diasumsikan memiliki tiga komponen yang dapat

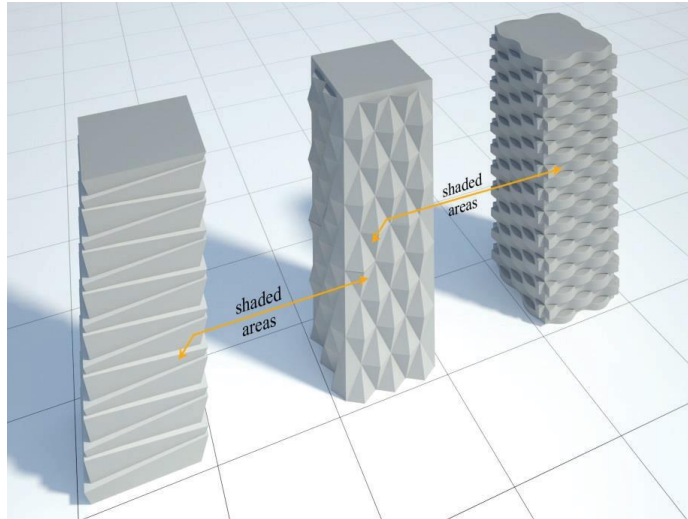
mentransmisikan panas radiasi matahari. Ketiga komponen tersebut adalah bidang dinding, jendela, dan atap. Pada masing-masing komponen itu, perolehan radiasi matahari rata-rata dipengaruhi oleh besar luas bidang terima dan nilai radiasi matahari. Semakin sedikit permukaan yang digunakan dalam menutup sebuah volume maka semakin kecil sistem yang dipengaruhi oleh variasi pada tekanan eksternal (Markus, 1980)

Pada penelitian kinerja bentuk bangunan perkantoran tingkat menengah (Laksmiyanti, 2016), untuk menentukan bentuk & geometri yang paling efektif adalah dengan menentukan faktor-faktor yang berperan dalam peningkatan panas bangunan. Faktor-faktor tersebut antara lain volume, luas permukaan bangunan (*exposed area*) dan ratio dinding Timur-Barat selubung. Faktor tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan bentukan yang akan diusulkan pada perancangan gedung perkantoran ini. Faktor tersebut juga dapat digunakan sebagai variable kontrol dalam tahap eksplorasi perancangan.

Skenario	Model dasar	Treatment					
Kode	1	2	3	4	5	6	7
Gambar							
Volume (m ³)	14.756	14.756	14.756	14.756	14.756	14.756	14.756
Luas Lantai (m ²)	608	730	600	913,77	529	936	527
Luas Atap (m ²)	608	730	600	913,77	529	936	1.597,5
Tinggi Bangunan (m)	24,27	20,21	24,59	16,15	27,89	30,49	20,00
Exposed Area (m ²)	3083,51	2791,80	4043,07	2694,62	3095,26	3451,14	4384,62
s/v Ratio	0,21	0,19	0,27	0,18	0,21	0,23	0,30
Rasio Dinding barat & timur/ selubung	0,30	0,29	0,49	0,15	0,41	0,30	0,25
Orientasi	Utara-Selatan	Utara-Selatan	Utara-Selatan	Utara-Selatan	Utara-Selatan	Utara-Selatan	Utara-Selatan
WWR	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%

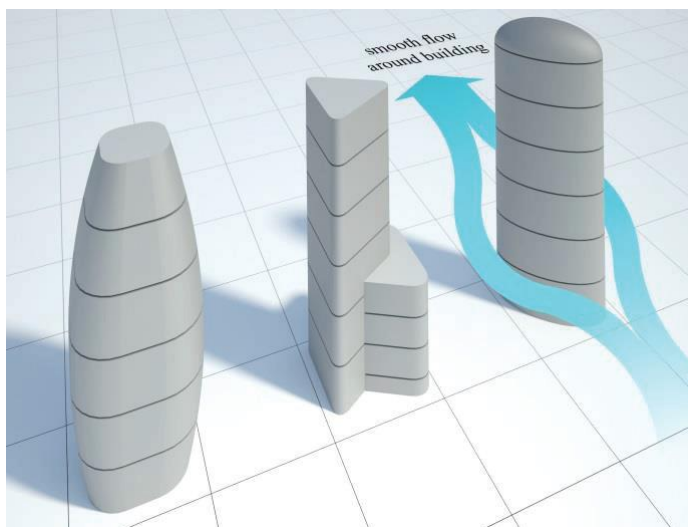
Gambar 2.20 Penelitian kinerja bentuk bangunan perkantoran tingkat menengah dalam upaya mencari bentukan terbaik yang mempunyai perolehan panas terendah (Laksmiyanti, 2016)

Dalam iklim tropis, bentuk bangunan dan pola (*pattern*) permukaan selubung bangunan dapat mengurangi konsumsi energi. Bentuk denah atau layout membantu mengendalikan arah angin dan mengurangi efek radiasi matahari pada fasad bangunan yang mempunyai banyak pembayangan (*shading*)(Elotefy, 2015).



Gambar 2.21 Fasad yang mempunyai banyak pembayangan akan mengurangi efek radiasi matahari (Elotefy, 2015)

Penggunaan bentuk aerodinamis mengurangi turbulensi angin dan gelombang di sekitar bangunan. Hal ini juga menciptakan tekanan disekitar bangunan yang meningkatkan ventilasi alami didalam bangunan (Elotefy, 2015).



Gambar 2.22 Bentuk aerodinamis meningkatkan ventilasi alami didalam bangunan (Elotefy, 2015)

2.5 Selubung Bangunan, *Water Spray*, dan Material

Selubung bangunan menurut Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta terdiri dari komponen tak tembus cahaya (misalnya dinding) dan sistem fenestrasi atau komponen tembus cahaya (misalnya jendela) yang memisahkan interior bangunan dari lingkungan luar. Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas, radiasi, angin, hujan, kebisingan, polusi dll.

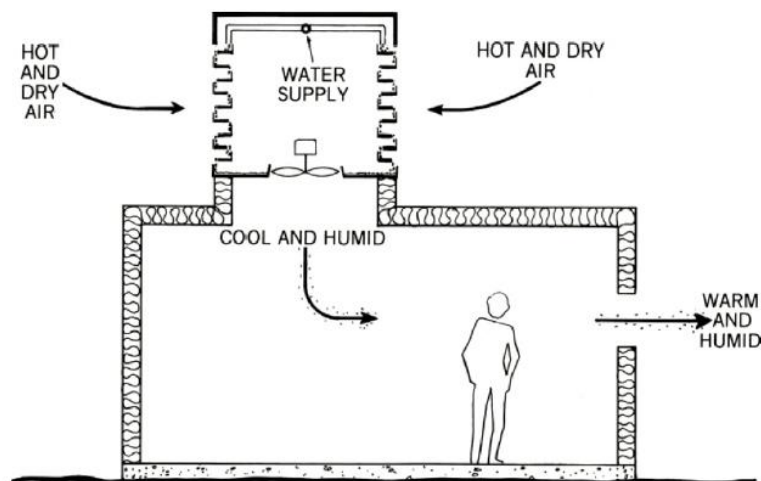
Selubung bangunan merupakan elemen bangunan yang pertama kali menerima panas radiasi matahari sehingga penyelesaian desain selubung bangunan perlu diperhatikan. Terdapat beberapa cara agar selubung bangunan dapat membantu mengurangi radiasi panas matahari yang masuk kedalam bangunan. Salah satunya dengan konsep *water spray*. Dalam beberapa literature *water spray* biasa juga disebut dengan *evaporative cooling*. Terdapat 2 jenis *evaporative cooling*, yaitu :

1. *Direct Evaporation Cooling*

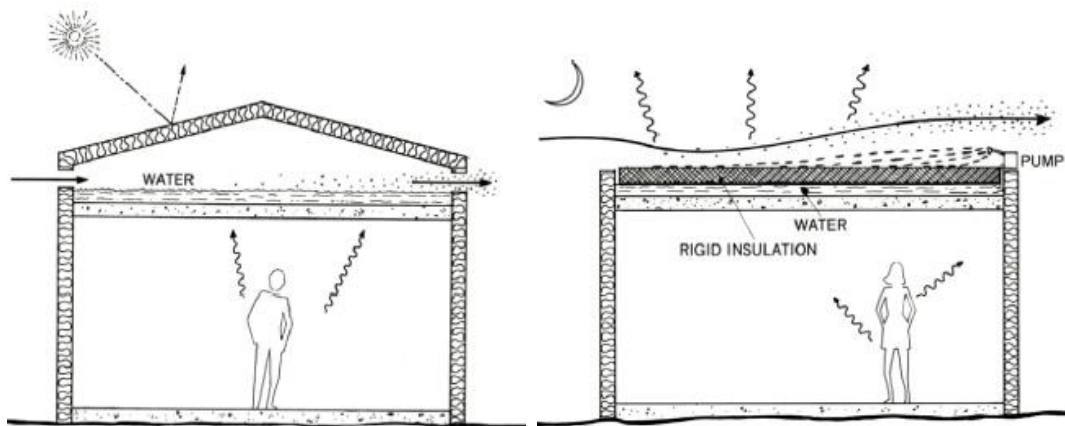
Pendinginan langsung diarahkan ke ruangan

2. *Indirect Evaporation Cooling*

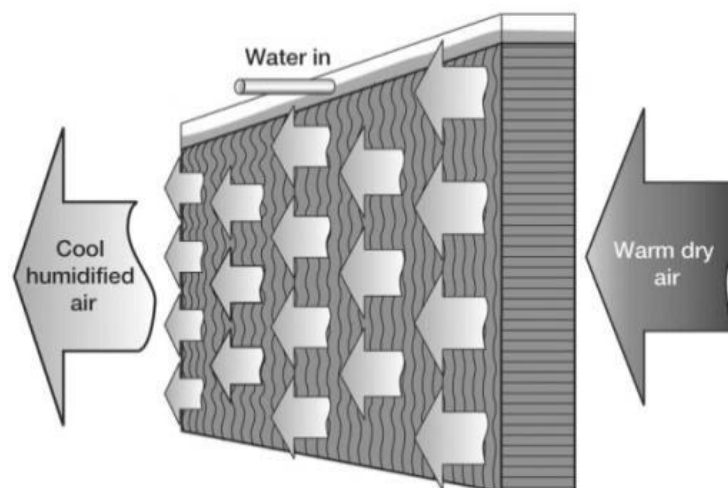
Pendinginan diarahkan ke elemen bangunan yang terpapar panas matahari



Gambar 2.23 *Direct Evaporation Cooling* (Lechner, 2015)



Gambar 2.24 *Indirect Evaporation Cooling* (Lechner, 2015)

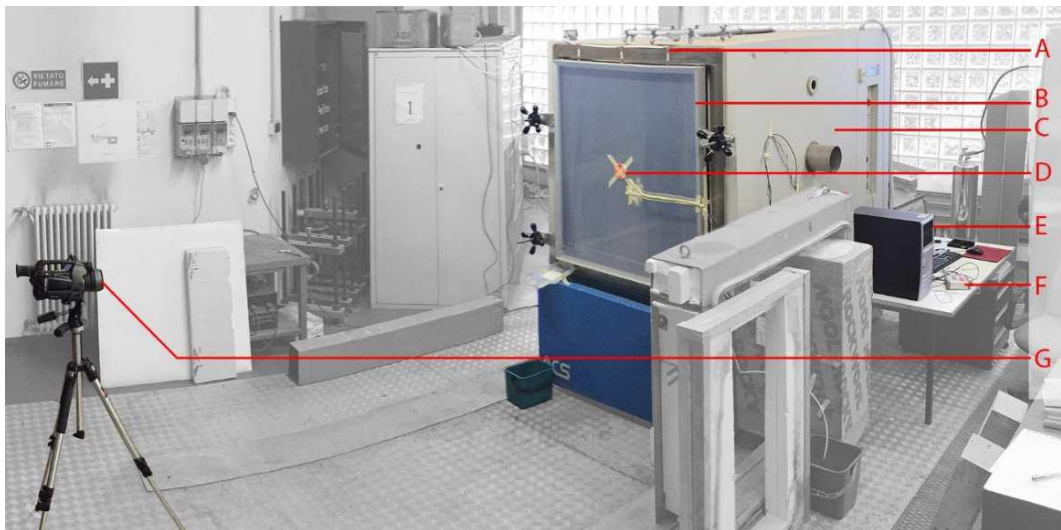


Gambar 2.25 Proses *Evaporative Cooling* (sumber :www.humidity.com)

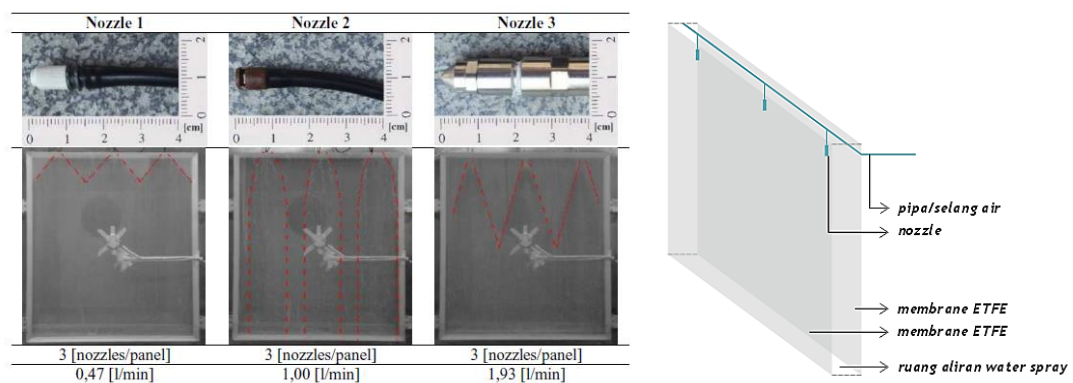
Syarat *evaporative cooling* menurut Lechner (2015):

- Direct Evaporation* cocok digunakan di iklim tropis kering
- Indirect Evaporation* sangat baik digunakan pada iklim tropis kering, tapi bisa juga pada iklim tropis lembab
- Kombinasi *Direct & Indirect* terkadang merupakan pilihan terbaik

Pada penelitian eksperimental, *water spray* yang dialirkan diantara membrane ETFE (*Ethylene Tetrafluoroethylene*) dapat mereduksi suhu permukaan hingga 10°C (Mainini, 2016) (gambar 2.26). Pada penelitian ini, komponen pendukung untuk penelitian antara lain nozzle, selang air, membrane ETFE, ruang diantara membrane ETFE, thermocouples, flux meter dan kamera thermal. Komponen yang berhubungan dengan konsep rancangan arsitektur *water spray envelope* yakni nozzle, selang air, membrane ETFE dan ruang membrane ETFE. Jenis nozzle dan durasi air yang dialirkan mempunyai pengaruh besar terhadap penurunan temperature pada ruang membrane.



Gambar 2.26 Penelitian eksperimental pada ruang membrane ETFE yang dialiri oleh air (*water spray*) (Mainini, 2016)

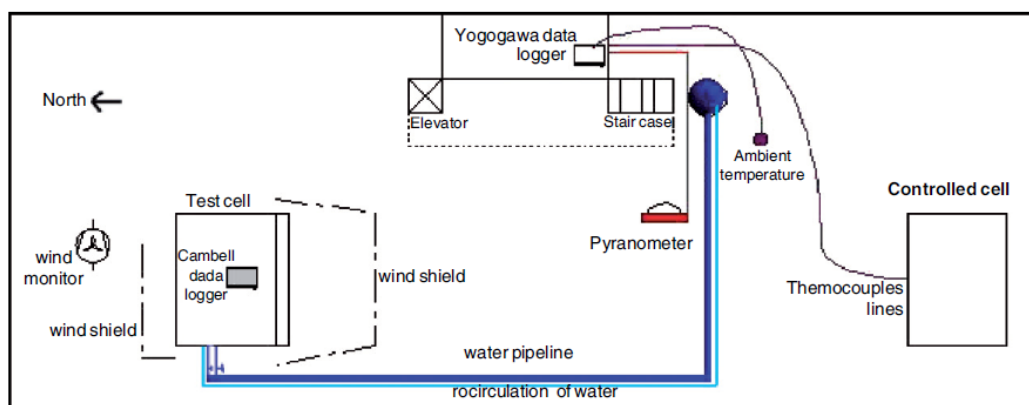


Gambar 2.27 Komponen penelitian *water spray* pada penelitian (Mainini, 2016) (kiri), diagram komponen penelitian (analisa pribadi) (kanan)

Penelitian eksperimental lainnya yaitu *water spray* yang dialirkan pada atap dan dikombinasikan dengan *solar chimney* dapat mereduksi suhu ruangan antara 2,0°C-6,4°C (Chungloo, 2007) (gambar 2.28). Pada penelitian ini, komponennya antara lain tangki air, pompa, pipa air, dan atap galvanize. Atap pipa galvanize dialiri air dari tangki air dengan pompa pada periode waktu terpanas. Air yang jatuh dari atap ditampung kembali, dialirkan ke tangki air dan dipompa kembali pada atap. Elemen arsitektur pada penelitian ini yakni pada elemen atap bangunan. Dimana elemen atap merupakan elemen terluar dari sebuah bangunan.



Gambar 2.28 Penelitian eksperimental *water spray* yang dialirkan pada atap (Chungloo, 2007)



Gambar 2.29 Komponen penelitian *water spray* pada atap (Chungloo, 2007)

Bidang yang dialiri oleh air harus terdiri material yang tahan terhadap panas dan dingin. Juga harus tahan terhadap korosi. Bidang yang dialiri air juga tidak bersifat menyerap air sehingga material yang cocok digunakan adalah material yang berbahan dasar aluminium. *Prototype* desain yang melakukan percobaan ini adalah Ripple Architecture Studio yang dipimpin oleh Jeane Ripple, seorang arsitek dan asisten professor dari Universitas Virginia.

Prototype desain ini disebut dengan proyek “*evaporative skin*”. Memanfaatkan kinerja aluminium dan menciptakan sistem fasad *evaporative cooling* secara pasif mengkondisikan intake udara di iklim yang panas dan kering. Bahan aluminium lebih tahan lama, tahan jamur, dan mendapatkan panas matahari, meningkatkan laju aliran udara melalui layar dan penguapan di permukaannya. Pola kisi-kisi menyebarkan tetesan air yang dikirim secara mekanik (aliran air), yang secara efektif sebagai versi skala besar dari bantalan pendinginan selulosa. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi bahan (manufaktur) sambil mempertahankan variasi. Dibangun hanya dengan dua pola lipatan yang unik, kompleksitas sistem ini diturunkan ke pola lubang khusus dan mengubah sudut tikungan, kedua detail yang ditambahkan menggunakan mesin CNC. Pengulangan, ukuran material reguler dan perakitan mekanik memungkinkan efisiensi produksi secara keseluruhan (gambar 2.30-2.31).

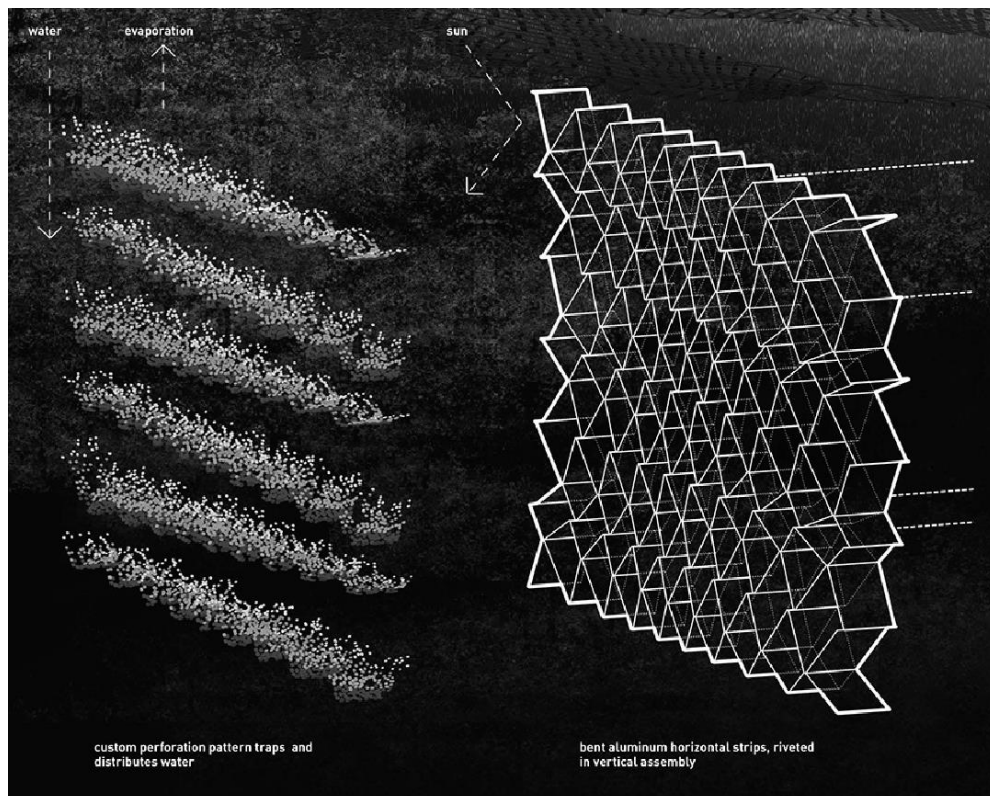
Bentukan fasad akan menimbulkan pembayangan dan bersamaan terjadinya evaporasi yang menyebabkan suhu sekitar permukaan menurun (terserap oleh udara yang dialiri air). Pada dasarnya bentukan fasad seperti selulosa *cooling pad* pada AC (*air conditioner*).

Dari *prototype* desain ini, memungkinkan jika konsep yang sejenis diaplikasikan pada selubung bangunan dengan skala yang lebih besar lagi. Aliran air yang dialirkan pada bidang, berfungsi untuk mengubah suhu lingkungan sekitar permukaan yang secara efektif mereduksi suhu panas yang akan mengalir ke dalam bangunan.

Konsekuensi menggunakan teknik *evaporation cooling* adalah dengan menyiapkan persediaan air yang cukup untuk prosesnya. Diperlukan sistem *Rain Harvesting System* agar tidak terlalu bergantung pada sumber air perkotaan.



Gambar 2.30 Material fabrikasi aluminium dengan pola lekuk (Ripple, 2014)

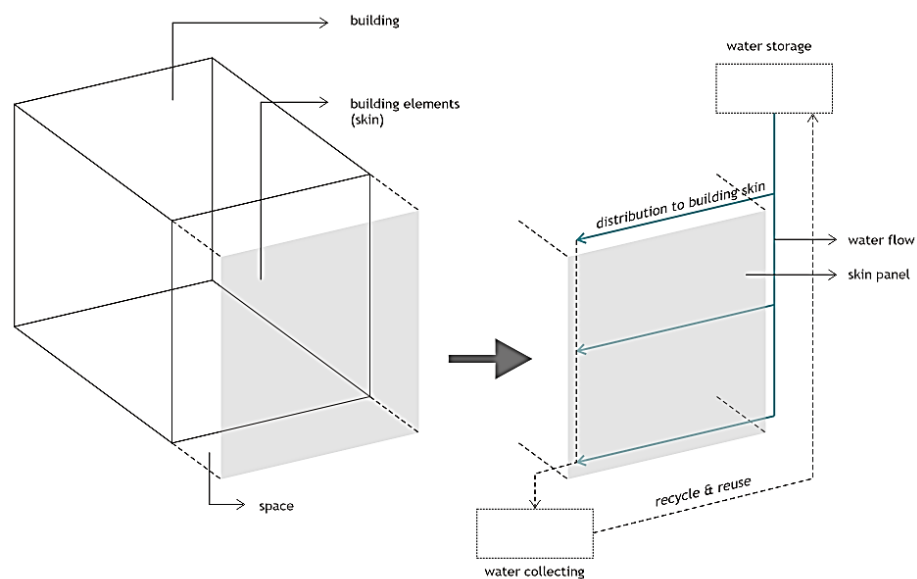


Gambar 2.31 Konsep *evaporative skin* Ripple Architecture Studio (Ripple, 2014)



Gambar 2.32 Konsep *evaporative skin* yang diaplikasikan pada elemen selubung bangunan (Ripple, 2014)

Berdasarkan beberapa penelitian yang diamati, konsep pendinginan dengan *evaporative* atau *water spray* diterapkan pada selubung bangunan. Hal ini sejalan dengan teori *indirect evaporation cooling* (gambar 2.24). Dimana permukaan bangunan dialiri air untuk menurunkan suhu permukaan bangunan. Komponen yang diperlukan untuk mendukung konsep tersebut antara lain penampungan air (*water storage*), pipa/selang, pompa, bidang permukaan bangunan, dan saluran pembuangan air (dialirkan kembali ke penampungan air).



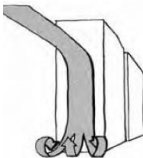
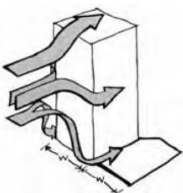
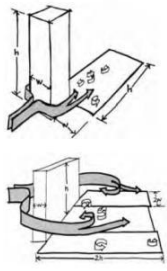
Gambar 2.33 Diagram komponen *water spray* pada elemen bangunan

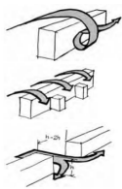
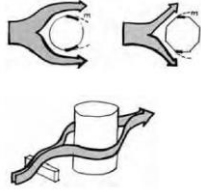
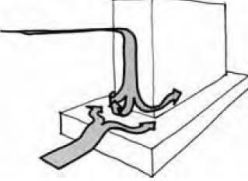
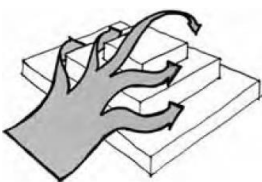
2.6 Angin Sebagai Media Pendukung *Water Spray Envelope*

Aliran udara atau angin mempunyai kontribusi dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini dalam menunjang konsep *water spray envelope*. Angin berperan dalam persebaran air pada permukaan bangunan yang akan menyerap/menghambat transfer panas ke bangunan. Oleh karena hal tersebut maka karakteristik angin perlu diperhatikan khususnya terkait bentuk bangunan terhadap pergerakan angin.

Pergerakan angin dipengaruhi oleh bentukan bangunan. Angin yang mengenai permukaan bidang bangunan arah alirannya akan melambat dan membentuk bantalan udara yang dapat mengalihkan arah angin ke sisi bangunan (University of Idaho, 2017). Saat angin melewati permukaan bidang datar, miring, atau lengkung maka alirannya akan berbeda. Berikut pengaruh angin terhadap bentuk bangunan.

Tabel 2.1 Pengaruh Bentuk Bangunan terhadap Angin

NO	BENTUK	KETERANGAN
1	<i>Rectangular Tower and Slab Blocks</i>	
		<i>Downwash</i> adalah fenomena yang terjadi akibat semakin besarnya perbedaan tekanan angin pada bangunan. Bangunan berbentuk persegi sederhana memiliki zona angin yang kencang pada area dasar dan semakin tinggi bangunan akan semakin banyak peningkatan aliran angin
		<i>Corner effect</i> terjadi karena konsentrasi udara pada area bangunan akan mengalir secara cepat pada area sudut bangunan menuju sisi belakang. Salah satu cara untuk mengurangi efek sudut adalah dengan memperpanjang bangunan agar kecepatan angin yang dihasilkan dapat direduksi.
		<i>Wake effect</i> terjadi akibat peningkatan kecepatan angin dan turbulensi pada area belakang datangnya arah aliran angin akibat aliran udara <i>separated</i> .

		<i>Cummulative effect</i> adalah efek yang terjadi pada sekelompok bangunan. Peningkatan kumulatif ini dapat terjadi akibat perbedaan ketinggian antara bangunan yang menonjol dengan bangunan yang berdekatan di sampingnya sehingga menimbulkan efek segitiga.
2	<i>Low Bar Building (Row Effect)</i>	
		Angin akan benar-benar melewati fasad bangunan memanjang ini. Cara yang digunakan untuk mereduksi efek aliran angin pada bangunan memanjang adalah dengan menambahkan beberapa sayap ke blok utama.
3	<i>Cilcular Tower atau Multi Sided Tower</i>	
		Bangunan berbentuk silinder akan cenderung meneruskan laju <i>downward</i> dan menimbulkan laju angin yang relatif besar.
4	<i>Tower Podium</i>	
		Bentuk podium adalah desain yang paling ideal untuk menyediakan kenyamanan pada penghuni di bangunan maupun lingkungan sekitar karena arah aliran angin cenderung berada di sisi bawah tower diatas area <i>ground</i> .
5	<i>Pyramid Effect</i>	
		<i>Pyramid effect</i> dapat mereduksi aliran angin pada area dasar bangunan tetapi di sisi lain area balkon akan cenderung terganggu oleh sebaran aliran angin tersebut.

Sumber : Wellington city district plan, 2000

Bentuk bangunan *circular tower* atau silinder mempunyai respon yang baik terhadap angin. Bentuk yang dinamis akan mengarahkan angin ke sisi bangunan dan berperan baik terhadap persebaran angin. Namun demikian perlu dikaji lebih dalam mengenai keterkaitan faktor lain yang berpengaruh ke bentuk bangunan.

2.7 Sintesa Kajian Pustaka

Dari beberapa teori yang dijabarkan dan literatur yang berhubungan dengan perkantoran, prinsip efisiensi energi, bentuk geometri dan *evaporative cooling* (konsep *water spray envelope*), akan dijelaskan aspek yang paling berpengaruh terhadap permasalahan desain.

Kantor sewa adalah suatu tempat yang digunakan untuk aktivitas bekerja, yang pengadaannya dimaksudkan untuk disewakan kepada perusahaan/pengguna. Pada kantor sewa, penerapan ruang *very deep space* mempunyai keuntungan dalam menunjang kegiatan-kegiatan perkantoran. Begitu juga dengan penerapan ruang *open plan* yang memudahkan pengguna dalam mengatur ruang kantor sesuai kebutuhan.

Aspek pengendalian panas gedung bertingkat berperan menurunkan peningkatan panas ke dalam bangunan. Salah satunya yang paling berpengaruh yaitu prinsip desain pasif. Prinsip desain pasif (perletakan *core*, orientasi, aspek rasio) berperan agar bangunan menghindari atau menahan transfer panas ke bangunan sehingga peningkatan panas bangunan bisa diminimalisir. Penerapan elemen pembayangan pada bangunan juga menjadi solusi dalam menghalau panas ke bangunan.

Prinsip desain pasif untuk meminimalisir peningkatan panas bangunan dapat dimaksimalkan dengan menambahkan prinsip *passive cooling*. *Passive cooling* yang cocok pada bangunan di iklim tropis basah adalah dengan teknik *evaporative cooling*. *Evaporative cooling* yang diterapkan pada selubung bangunan berupaya menurunkan *temperature* permukaan bangunan dan menghambat transfer panas secara optimal.

Selain itu, untuk mengurangi transfer panas yang diterima bangunan, bentuk dan geometri juga mempunyai pengaruh yang cukup besar. Dengan volume yang sama, luas permukaan bangunan seharusnya dicari yang terkecil. Hal tersebut menandakan bahwa bentuk bangunan sangat efisien terhadap transfer panas yang diterima. Dengan upaya-upaya menghindari panas radiasi matahari dan dengan menambahkan prinsip-prinsip pasif desain, *evaporative cooling*, bentuk & geometri maka penggunaan energi pendinginan dapat ditekan.

Dari penjelasan diatas, maka perancangan gedung kantor berfokus pada pengendalian panas bangunan dan prinsip-prinsip efisiensi energi yang meliputi :

1. Desain pasif (perletakan *core*, orientasi, aspek rasio)
2. Selubung & Elemen pembayangan
3. *Water spray/evaporative cooling*
4. Layout, Bentuk & Geometri

Keempat prinsip diatas merupakan prioritas dalam menangani permasalahan panas bangunan. Namun juga tidak mengabaikan dan tetap mempertimbangkan aspek lainnya yang dapat menunjang terciptanya gedung kantor hemat energi.

2.8 Preseden Perkantoran dengan Efisiensi Energi

Preseden bertujuan menambah referensi sesuai yang telah diterapkan pada bangunan yang terdahulu terkait prinsip efisiensi energi pada gedung kantor bertingkat tinggi. Pemilihan preseden berdasarkan dengan prinsip-prinsip yang sama dengan obyek rancangan, permasalahan yang sejenis dan iklim yang dirasa masih sesuai dengan iklim obyek rancangan.

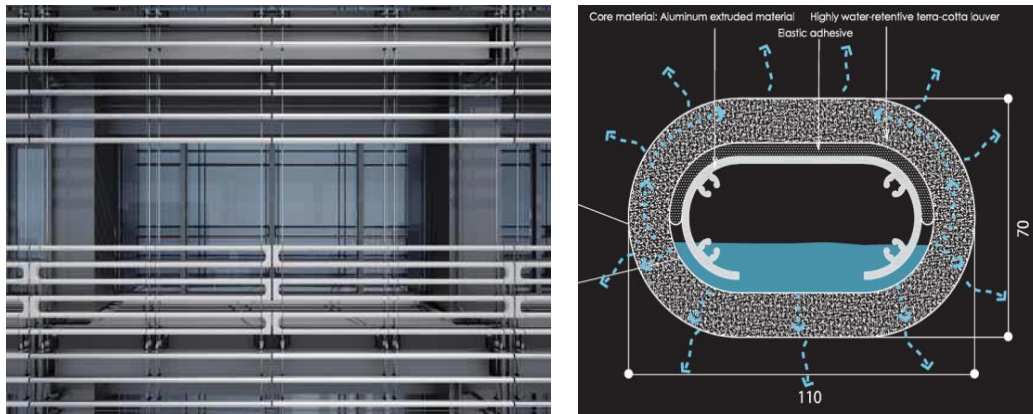
2.8.1 Preseden 1 : NBF Osaki Building, Jepang



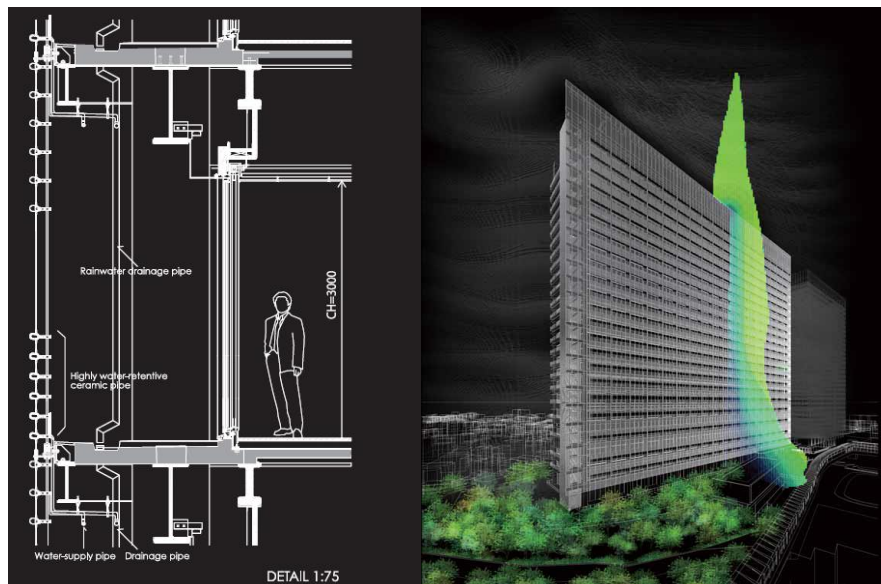
Arsitek	: Nikken Sekkei
Lokasi	: Jepang
Luas Bangunan	: 10.611 m2
Jumlah Lantai	: 27 lantai
Tahun	: 2011

Gambar 2.34 NBF Osaki Building (sumber : www.nikkei.jp)

NBF Osaki building adalah perkantoran yang didesain oleh Nikken Sekkei. Bangunan ini adalah struktur pertama yang menggunakan BIOSKIN sistem eksterior baru berdasarkan prinsip-prinsip di balik sudare, atau layar tradisional Jepang. BIOSKIN mengurangi *heat island effect* dengan mendinginkan bagian luar bangunan dengan air hujan yang dikumpulkan dari area atap dengan memberi suplai melalui pipa keramik berpori khusus. Saat air menguap, hal tersebut mengurangi suhu permukaan pipa keramik dan udara yang berdekatan.



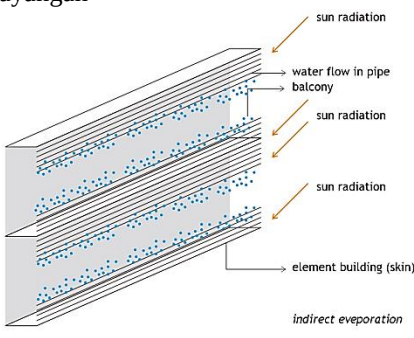
Gambar 2.35 Tampak depan sudare pipa berpori (kiri), detail potongan pipa berpori (kanan) (sumber : www.nikkei.jp)



Gambar 2.36 Potongan fasad bangunan (kiri), simulasi perkiraan suhu (kanan) (sumber : www.nikkei.jp)

Berdasarkan percobaan dan simulasi, diperkirakan suhu udara di sekitarnya dapat diturunkan sekitar 2° C. Selain efek pendinginan alami, BIOSKIN sudare menyaring sinar matahari langsung, mengurangi beban AC untuk penurunan emisi CO2 yang lebih besar.

Tabel 2.2 Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada NBF Osaki Building

NO	ASPEK	PENERAPAN DESAIN
1	Pasif Desain	Penerapan rasio bangunan 1:2 – 1:3
2	Selubung & Elemen Pembayangan	- Konsep tirai sebagai elemen pembayangan - Tirai diposisikan pada sisi timur-barat sebagai penghalang radiasi matahari - Pasif <i>shading device</i>
3	<i>Water Spray/Evaporatif Cooling</i>	- Menggunakan pipa berpori yang dialiri oleh air - Diaplikasikan menjadi satu bagian dengan elemen pembayangan 
4	Layout, Bentuk & Geometri	- Bentuk persegi panjang dengan proporsi yang terlihat tipis - Layout <i>open plan</i> yang memungkinkan tanpa kolom

Kajian efisiensi energi pada NBF Osaki Building :

Dilihat dari posisi lahan, NBF Osaki Building kurang menguntungkan. Posisi lahan memanjang dari Utara-Selatan sehingga orientasi bangunan berhadapan dengan arah matahari (Timur-Barat). Penyelesaian permasalahan panas bangunan diselesaikan dengan menentukan fungsi-fungsi layout bangunan, menetapkan elemen-elemen yang membantu mengurangi transfer panas matahari.

Pada sisi barat yang merupakan panas matahari siang, diasasi dengan meletakkan lift dan tangga (*core*). Lift dan tangga berfungsi menghalangi transfer

panas matahari ke dalam bangunan. Sisi timur yang merupakan panas matahari pagi, disiasati dengan desain tirai SUDARE yang dapat dialiri air sehingga terjadi evaporasi dan berfungsi mendinginkan permukaan bangunan. Dibalik tirai sudare, terdapat balkon yang juga berfungsi sebagai ruang transisi sehingga mengurangi rambatan panas yang masuk ke dalam gedung. Sisi selatan yang mendapat paparan radiasi matahari difungsikan sebagai solar panel yang berfungsi sebagai generator listrik untuk pendinginan dan juga sebagai penghalau radiasi matahari.

Keseluruhan elemen-elemen berupaya membantu mengahalangi peningkatan panas gedung sehingga hasil yang didapat sangat optimal dalam membantu menurunkan suhu didalam gedung maupun diluar gedung.

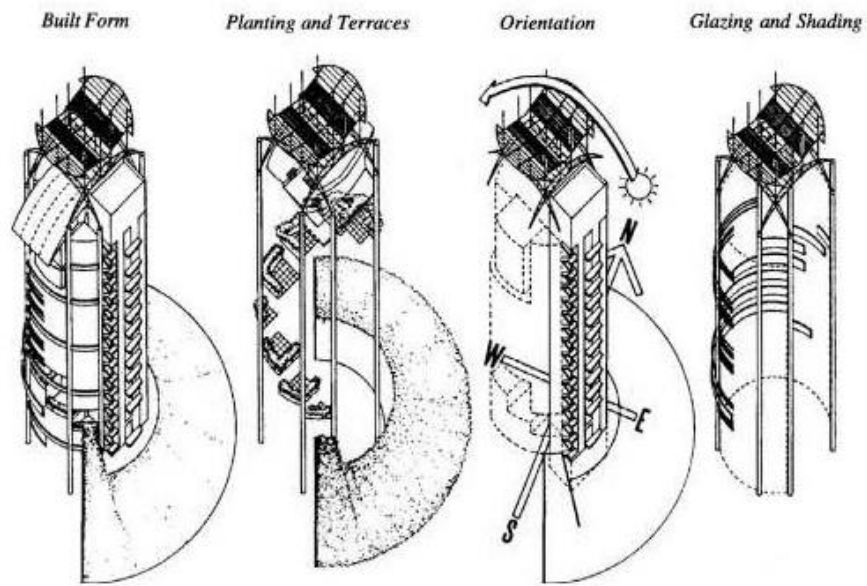
2.8.2 Preseden 2 : Mesiniaga Tower, Malaysia



Arsitek	: Ken Yeang
Lokasi	: Malaysia
Luas Bangunan	: -
Jumlah Lantai	: 15 lantai
Tahun	: 1994

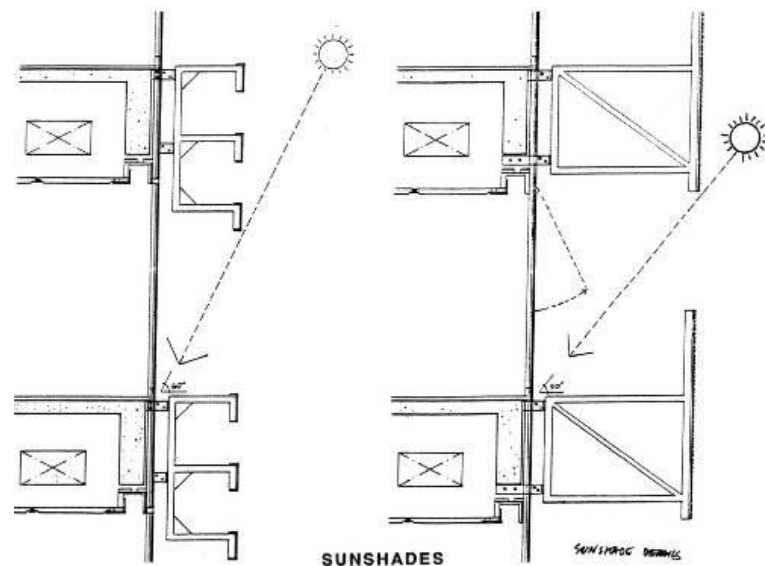
Gambar 2.37 Gedung Mesiniaga Tower, Malaysia (Jaimes, 2015)

Mesiniaga Tower adalah bangunan perkantoran yang didesain oleh arsitek Ken Yeang. Bangunan Mesiniaga Tower mempunyai strategi desain yang ramah lingkungan dan ekologis mengurangi biaya perawatan jangka panjang dengan menurunkan penggunaan energi.



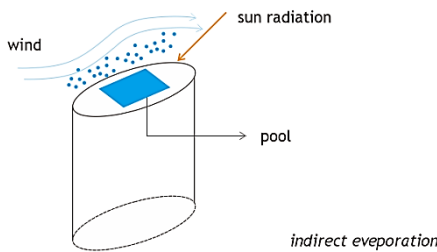
Gambar 2.38 Konsep pasif desain Mesiniaga Tower (Jaimes, 2015)

Dari gambar 2.29 dapat diketahui penerapan desain pasif dari Mesiniaga Tower sangat terlihat. Strategi dalam menentukan orientasi, perletakan *core*/servis pada sisi timur dan penggunaan *shading* pada sisi barat.



Gambar 2.39 Detail pasif shading device (Jaimes, 2015)

Tabel 2.3 Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Mesiniaga Tower

NO	ASPEK	PENERAPAN DESAIN
1	Pasif Desain	<i>Core</i> yang diletakkan pada posisi Timur sebagai penahan panas matahari pagi
2	Selubung & Elemen Pembayangan	• Aluminium louvre sebagai penahan panas matahari pada sisi utara & selatan • Bidang Aluminium menutupi seluruh jendela pada sisi barat guna menahan panas matahari sore • <i>Sky courts/vegetasi</i> sebagai <i>shading</i> interior • Pasif <i>shading device</i>
3	<i>Water Spray/Evaporative Cooling</i>	Kolam renang pada area roof top sebagai <i>indirect evaporative cooling</i> (mengurangi panas lingkungan)  ... , use of an evaporative-cooling pool at the uppermost level,. . . (www.wikiwand.com/en/Ken_Yeang)
4	Layout, Bentuk & Geometri	• Bentuk bangunan berrbentuk silinder • Layout ruang circular sesuai dengan bentuk silinder • Balkon sebagai ruang transisi

Kajian efisiensi energi pada Mesiniaga Tower :

Pengendalian panas pada gedung bertingkat diterapkan sepenuhnya pada Mesiniaga Tower. Bentuk geometri silinder mempunyai s/v ratio yang cukup efektif dalam respon menerima panas radiasi matahari.

Penyusunan layout mencerminkan bagaimana gedung ini memperhatikan pengendalian panas bangunan. Perletakan *core* pada sisi timur untuk menghalau matahari pagi, penerapan bidang-bidang aluminium pada sisi barat untuk mengalau panas matahari sore, dan penerapan *louvre* pada sisi Utara-Selatan. Penggunaan balkon yang berfungsi sebagai ruang transisi juga berfungsi sebagai pengaturan pencahayaan dan penghawaan alami bangunan.

Kolam renang pada *rooftop* sebagai fasilitas gymnasium karyawan sebenarnya juga dapat berfungsi sebagai *indirect evaporation* yang berpengaruh terhadap lingkungan sekitar namun posisi kolam renang yang terlalu tinggi dengan luas yang terlalu besar sehingga peran untuk dapat mempengaruhi penurunan suhu lingkungan sekitar kurang optimal.

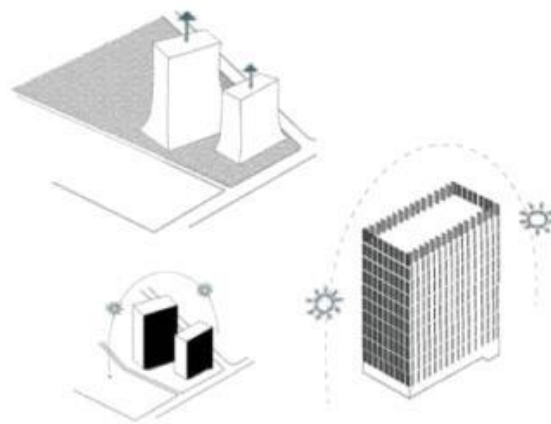
2.8.3 Preseden 3 : Gran Rubina, Indonesia



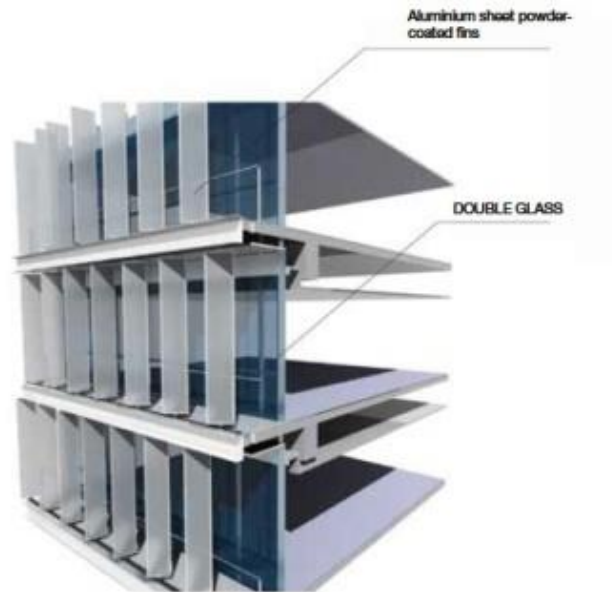
Arsitek	: PDW & AG5
Lokasi	: Indonesia
Luas Bangunan	: 34.000 m2
Jumlah Lantai	: 21 lantai
Tahun	: 2014

Gambar 2.40 Gedung Gran Rubina, Indonesia (sumber : www.granrubina.com)

Gran Rubina adalah gedung kantor yang didesain oleh PDW arsitek dan AG5 Consultant Denmark. Desain dari Gran Rubina menerapkan konsep *Green Building & Sustainable*, dimana menggunakan energi dan sumber daya alam secara maksimal. Gran Rubina menggunakan teknologi *Siphonic* untuk memanfaatkan air hujan menjadi sumber air utama.



Gambar 2.41 Orientasi bangunan terhadap jalur matahari (sumber : www.granrubina.com)



Gambar 2.42 Sirip aluminium bangunan sebagai pasif *shading device* (sumber :www.futurarc.com)

Tabel 2.4 Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Gran Rubina

NO	ASPEK	PENERAPAN DESAIN
1	Pasif Desain	Orientasi bangunan yang menyesuaikan dengan arah matahari di mana sisi lebar dihadapkan ke utara dan selatan
2	Selubung & Elemen Pembayangan	- Sirip pada <i>façade</i> bangunan berfungsi untuk menghalangi panas matahari masuk ke dalam ruang kantor - Pasif <i>shading device</i>
3	<i>Water Spray/Evaporative Cooling</i>	Gran Rubina tidak menerapkan <i>water spray/evaporative cooling</i>
4	Layout, Bentuk & Geometri	- Core terpusat, memaksimalkan ruang kantor tanpa kolom - Bentuk bangunan persegi panjang dengan aspek ratio bangunan 1:2 - Memposisikan balkon dibalik pasif <i>shading</i> sebagai ruang aliran udara dan jalur <i>maintenance shading</i>

Kajian efisiensi energi pada Gran Rubina :

Pengendalian panas pada bangunan Gran Rubina mengedepankan aspek-aspek pasif desain (orientasi gedung, arah bukaan jendela, aspek rasio gedung

iklim tropis). Namun untuk penghawaan, Gran Rubina bergantung pada penghawaan buatan daripada penghawaan alami. Walaupun menggunakan penghawaan buatan namun Gran Rubina menggunakan penghawaan buatan dengan teknologi VRV (*Variable Refrigerant Volume*). Dengan teknologi VRV, maka penggunaan penghawaan buatan lebih terkontrol sehingga tidak seboros jika menggunakan penghawaan buatan sistem terpusat (AC Central). Gran Rubina tidak menggunakan prinsip *water spray/evaporatif cooling* dalam rancangan desainnya.

2.8.4 Preseden 4 : Council House 2, Australia

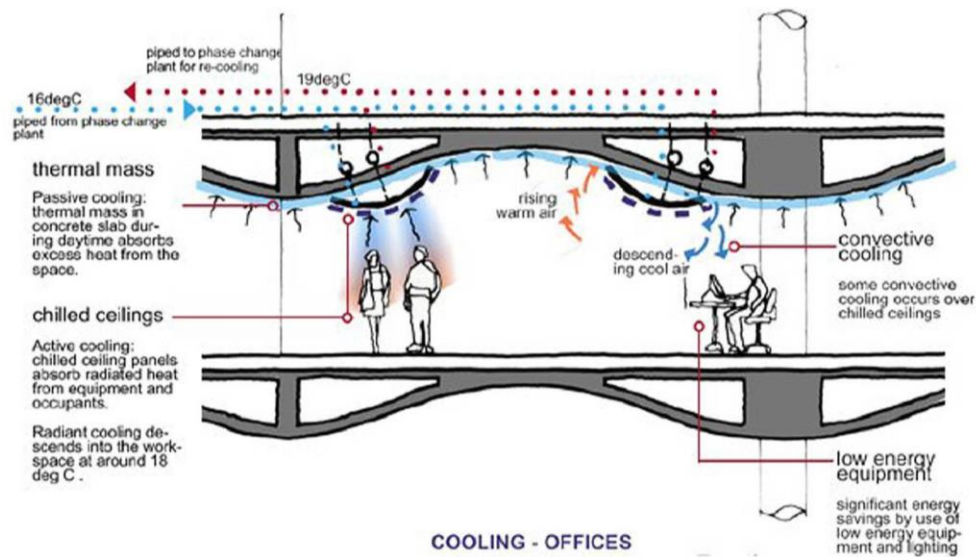


Arsitek	: MickPearce
Lokasi	: Australia
Luas Bangunan	: 12.500 m2
Jumlah Lantai	: 10 lantai
Tahun	: 2006

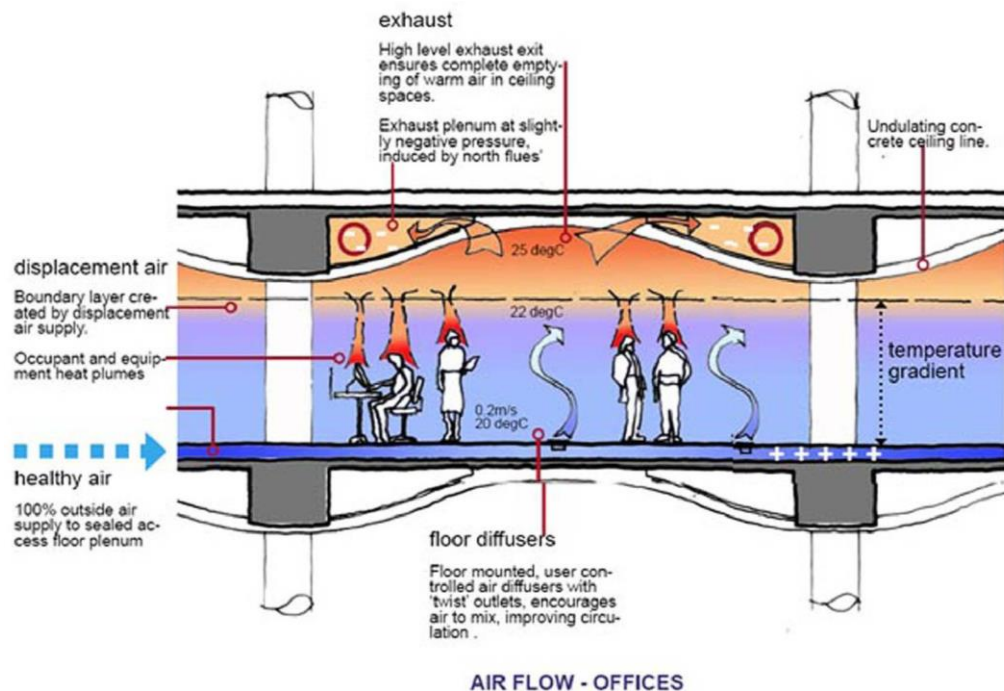
Gambar 2.43 Council House 2, Australia (Pearce, 2016)

Council House 2 adalah bangunan perkantoran yang membawahi urusan administrasi di Australia. Desain bangunan bertujuan mencapai zero emission dan mengurangi konsumsi energi bangunan komersial sebesar 50%.

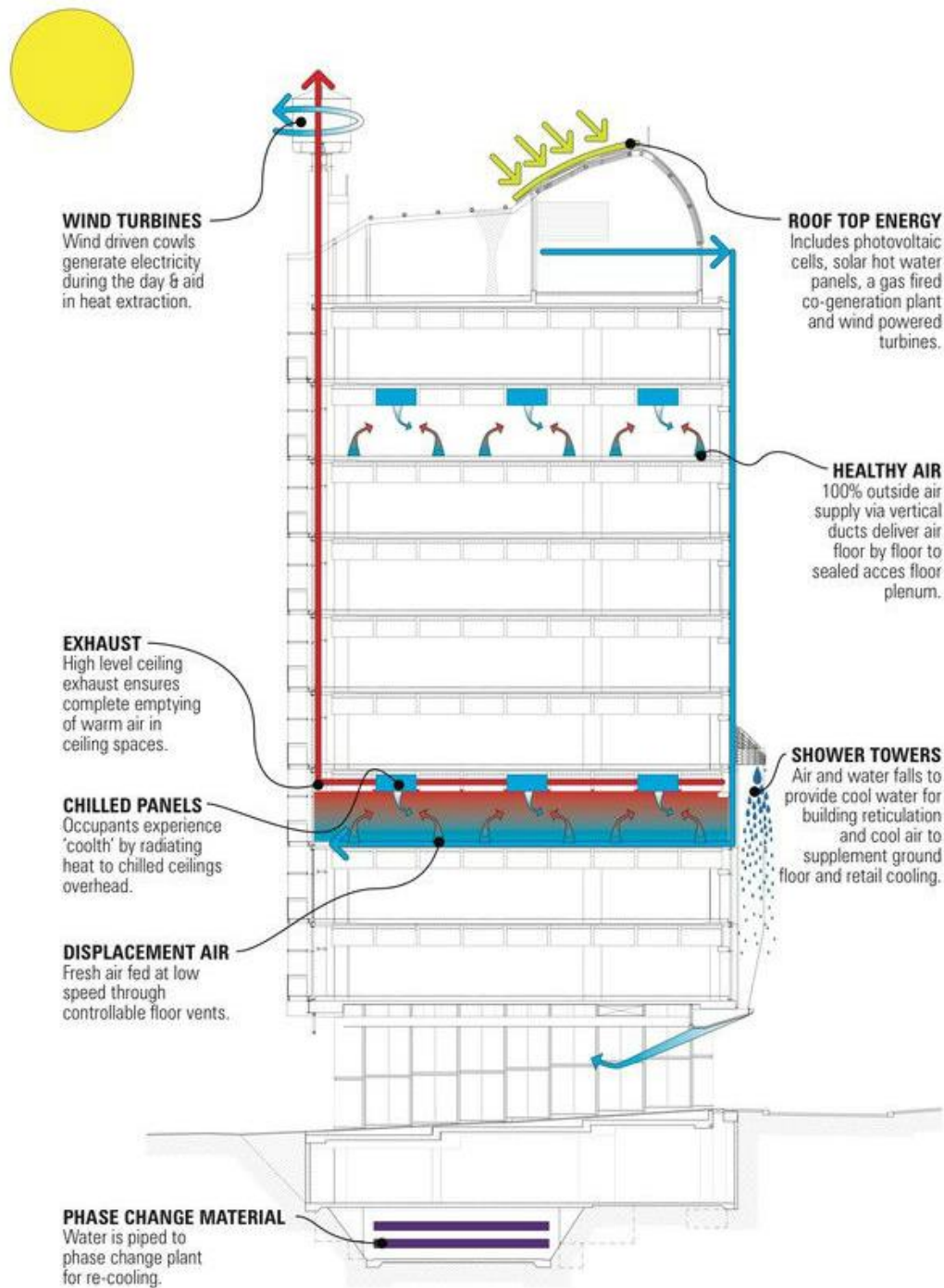
Pada bagian fasad bangunan yang menghadap arah utara, didesain dengan menggunakan elemen pembayangan yang dapat dikontrol (aktif *shading device*) sehingga dapat diatur pengurangan radiasi panas matahari maupun tingkat pencahayaan dalam ruangan.



Gambar 2.44 Konsep pendinginan ruang interior menggunakan *chilled ceilings* (Pearce, 2016)

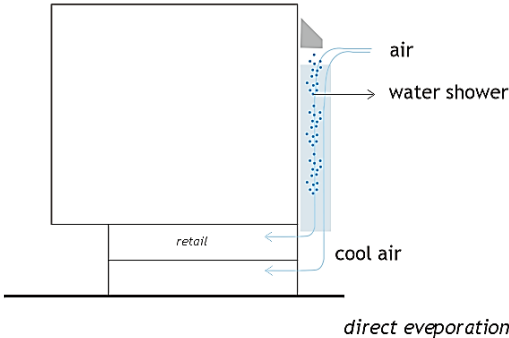


Gambar 2.45 Konsep pergantian sirkulasi udara bangunan (Pearce, 2016)



Gambar 2.46 Konsep *shower tower* untuk pendinginan area retail (Pearce, 2016)

Tabel 2.5 Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Council House 2

NO	ASPEK	PENERAPAN DESAIN
1	Pasif Desain	Orientasi bangunan yang menyesuaikan dengan arah matahari di mana sisi lebar dihadapkan ke utara dan selatan
2	Selubung & Elemen Pembayangan	- Menggunakan kayu daur ulang vertikal sebagai <i>shading</i> - Menggunakan vegetasi sebagai <i>shading</i> pada balkon - Aktif <i>shading device</i>, untuk kontrol & respon terhadap sinar matahari
3	<i>Water Spray/Evaporative Cooling</i>	- Udara segar didistribusikan melalui pipa yang tertanam pada lantai. Udara panas dihisap oleh exhaust yang terdapat pada plafon (gambar 2.39) - Menggunakan <i>chilled ceiling</i> panel untuk menyerap panas dari alat-alat (<i>equipment</i>) dan pengguna bangunan (gambar 2.39) <i>Shower tower</i>, memanfaatkan udara dan air sebagai pendingin area retail 
4	Layout, Bentuk dan Geometri	- Bentuk bangunan persegi panjang dengan aspek ratio bangunan 1:2 - Layout ruang kantor open plan, tanpa sekat, memaksimalkan cahaya alami - Penerapan <i>core</i> ganda, sisi barat untuk sirkulasi (lift & tangga), sisi timur untuk utilitas sanitasi (KM/WC). <i>Core</i> ganda berfungsi sebagai barrier penahan panas agar panas tidak masuk ke ruang kantor

Kajian efisiensi energi pada Council House 2 :

Pengendalian panas pada Council House 2 yaitu pada integrasi elemen-elemen yang berpengaruh agar suhu bangunan tidak cepat naik/panas. Elemen-elemen tersebut didesain pada sisi arsitektural seperti plafon, lantai, balkon, jendela, area *rooftop*, dan lain sebagainya. Keseluruhan elemen arsitektur bangunan dieksplorasi guna meminimalkan kebutuhan konsumsi energi.

Penerapan pendinginan pasif (*passive cooling*) pada *chilled ceiling* dan *shower tower* adalah penerapan yang cukup jarang digunakan pada gedung bertingkat. Padahal cukup efektif dalam menjaga kestabilan suhu ruangan sehingga dapat meminimalisir penggunaan energi pendinginan buatan.

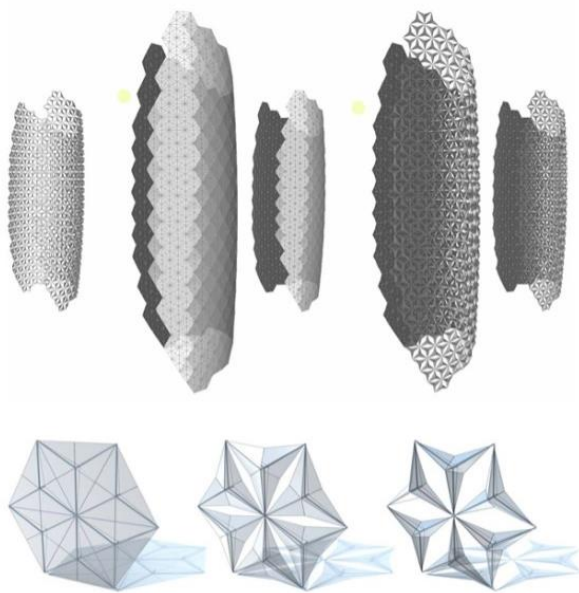
2.8.5 Preseden 5 : Al-Bahr Tower, Uni Emirat Arab



Arsitek	: AEDAS
Lokasi	: UEA
Luas Bangunan	: 56.000 m ²
Jumlah Lantai	: 29 lantai
Tahun	: 2012

Gambar 2.47 Al-Bahr Tower (Cilento, 2012)

Al-Bahr Tower didesain oleh AEDAS untuk mengatasi kondisi iklim pada daerah tropis. Konsep desain fasad yang responsif terhadap kondisi iklim dan cuaca dapat mengurangi beban pencahayaan buatan & pendinginan buatan sebesar 50%, mengurangi emisi karbon 20%.



Gambar 2.48 Selubung bangunan sebagai aktifshading device (Cilento, 2012)



Gambar 2.49 Aktif shading device motif mashrabiya (Cilento, 2012)

Shading bangunan didesain agar dapat membuka dan menutup sesuai dengan keadaan cuaca setempat sehingga dapat mengontrol pencahayaan alami (tidak silau) dan pembayangan yang terjadi mengurangi beban pendinginan ruangan.

Tabel 2.6 Tinjauan Prinsip Efisiensi Energi pada Al-Bahr Tower

NO	ASPEK	PENERAPAN DESAIN
1	Pasif Desain	Bentukan geometri silinder oval dapat mengurangi paparan matahari
2	Selubung & Elemen Pembayangan	• Penggunaan motif mashrabiya sebagai <i>sun shade</i> sebagai kontrol pencahayaan dan mereduksi panas dari cuaca • Aktif <i>shading device</i>
3	<i>Water Spray/Evaporative Cooling</i>	Al- Bahr Tower tidak menerapkan <i>water spray/evaporative cooling</i>
4	Layout, Bentuk & Geometri	• Bentuk geometri silinder oval, yang mempunyai s/v ratio efektif untuk respon panas radiasi matahari • Core terpusat/inti bangunan tunggal • Ruang-ruang circular, melingkari area inti bangunan

Kajian efisiensi energi Al-Bahr Tower :

Pengendalian panas bangunan bertingkat pada Al-Bahr Tower dengan membuat bentukan silinder oval. Bentuk silinder oval lebih sedikit menerima panas matahari dibanding bentuk yang lain. Dalam artian s/v ratio (perbandingan luas permukaan selubung bangunan terhadap volume) sangat efektif.

Al-Bahr Tower lebih fokus pada pemecahan masalah terkait iklim dan cuaca setempat. Suhu pada siang hari mencapai 51° Celcius sehingga prioritas desain dengan mengoptimalkan *active envelope* pada selubung bangunan terbilang sangat efektif menghalang radiasi panas matahari yang masuk kedalam bangunan. Dengan demikian dapat menurunkan konsumsi energi pendinginan. Namun perlu diperhatikan bahwa penggunaan *active envelope* membutuhkan energi untuk dapat menggerakkan elemen-elemennya.

2.9 Sintesa Kajian Preseden

Setelah mempelajari beberapa preseden diatas, setiap bangunan mempunyai cara tersendiri dalam menyelesaikan permasalahan desain terkait efisiensi energi pada bangunan. Setiap preseden mempunyai prioritas yang menjadi fokus utama dalam perancangannya. Berikut dapat disimpulkan strategi-strategi yang menjadi prioritas dalam penyelesaian masalah perancangan.

Tabel 2.7 Sintesa Kajian Preseden

ASPEK	PRESEDEN				
	NBF Osaki	Mesiniaga Tower	Gran Rubina	Council House 2	Al-Bahr Tower
Pasif Desain	Penerapan rasio bangunan 1:2, 1:3	Core sisi Timur penahan panas pagi	Orientasi bangunan yang menyesuaikan dengan arah matahari	Orientasi bangunan yang menyesuaikan dengan arah matahari	Geometri silinder oval dapat mengurangi paparan matahari
Selubung & Elemen Pembayangan	Tirai sebagai elemen pembayangan (<i>passive shading</i>) pada posisi Timur-Barat	•Aluminium louvre sebagai penahan panas matahari sisi utara & selatan •Bidang Aluminium (<i>passive shading</i>) pada sisi barat guna menahan panas matahari sore •Skycourts /vegetasi sebagai shading interior	Sirip façade bangunan (<i>passive shading</i>) berfungsi menghalangi panas matahari	• Kayu daur ulang vertikal sebagai <i>shading</i> • Vegetasi sebagai <i>shading</i> pada balkon •Active shading device, untuk kontrol & respon terhadap sinar matahari	Motif mashrabiya sebagai <i>sun shade (active shading)</i> sebagai kontrol pencahayaan dan mereduksi panas dari cuaca

Water Spray /Evaporative Cooling	Penggunaan pipa berpori yang dialiri oleh air dan diaplikasikan menjadi satu bagian dengan elemen pembayangan	Kolam renang pada area <i>roof top</i> sebagai <i>indirect evaporative cooling</i>	Tidak menerapkan <i>water spray /evaporative cooling</i>	•Udara segar didistribusikan melalui pipa yang tertanam pada lantai. Udara panas dihisap oleh exhaust yang terdapat pada plafon •<i>Chilled ceiling panel</i> untuk menyerap panas dari alat-alat (equipment) dan pengguna bangunan •<i>Shower tower</i>, memanfaatkan udara dan air sebagai pendingin area retail	Tidak menerapkan <i>water spray /evaporative cooling</i>
Layout, Bentuk & Geometri	•Bentuk persegi panjang dengan proporsi yang terlihat tipis •Layout open plan yang memungkinkan tanpa kolom	•Bentuk bangunan berrbentuk silinder •Layout ruang circular sesuai dengan bentuk silinder •Balkon sebagai ruang transisi	•<i>Core</i> terpusat, memaksimalkan ruang kantor tanpa kolom •Bentuk bangunan persegi panjang dengan aspek ratio bangunan 1:2 •Memposisikan balkon dibalik pasif shading sebagai ruang aliran udara dan jalur maintenance shading	•Bentuk bangunan persegi panjang dengan aspek ratio bangunan 1:2 •Layout ruang kantor open plan, tanpa sekat, memaksimalkan cahaya alami •Penerapan core ganda, sisi barat untuk sirkulasi (lift & tangga), sisi timur untuk utilitas sanitasi (KM/WC). Core	•Bentuk geometri silinder oval, yang mempunyai s/v ratio efektif untuk respon panas radiasi matahari •<i>Core</i> terpusat/inti bangunan tunggal •Ruang-ruang circular, melingkari area inti bangunan

				ganda berfungsi sebagai barrier penahan panas agar panas tidak masuk ke ruang kantor	
SINTESA	Strategi <u>evaporative cooling (indirect evaporation)</u> sangat kuat mempengaruhi iklim makro dan mikro sehingga menyelesaikan permasalahan orientasi bangunan	Strategi <u>pasif desain</u> dan <u>passive shading device</u> efektif menekan konsumsi energi listrik pada bangunan	• Strategi <u>pasif desain</u> dan <u>passive shading device</u> efektif menekan konsumsi energi listrik pada bangunan • Pemanfaatan air hujan untuk mengurangi pemakaian sumber air perkotaan	• Strategi <u>pasif desain</u> berpengaruh menekan konsumsi energi bangunan • <u>Active shading device</u> sebagai alternatif desain • <u>Direct evaporation cooling</u> sebagai strategi pendinginan ruang bangunan	Penggunaan <u>active shading device</u> sebagai optimalisasi pencahayaan dan penghawaan sehingga dapat menekan biaya pencahayaan buatan dan penghawaan buatan.

Setiap perancangan perlu memberi prioritas pada hal-hal yang akan diterapkan pada desain dan memberi dampak yang signifikan pada efisiensi energi. Dari beberapa preseden yang telah dijelaskan, penggunaan pasif desain (perletakan core, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan) menjadi prinsip utama dalam menyelesaikan permasalahan desain (panas radiasi matahari). Penggunaan pasif desain juga berkaitan dengan penataan layout bangunan. Disamping itu, keseluruhan preseden menerapkan elemen pembayangan pada setiap desainnya. Hal ini dikarenakan desain elemen pembayangan juga mempunyai peran paling penting terhadap pengendalian panas bangunan. Penerapan elemen pembayangan dengan teknik *passive shading* dapat dikombinasikan dengan *active shading* untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk mengatur iklim mikro.

2.10 Kriteria Umum Perancangan

Desain bangunan gedung kantor berfokus pada aspek pengendalian panas bangunan yang berpengaruh terhadap hasil rancangan. Dari studi teori, preseden, dan referensi yang mendukung konsep awal rancangan, maka kriteria umum perancangan gedung kantor hemat energi di Surabaya adalah :

1. Bangunan seharusnya memperhatikan perletakan posisi inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan iklim tropis, *sun path*, dan *wind path*.
2. Bangunan seharusnya menerapkan kombinasi metode *passive* dan *active shading device*.
3. Bangunan seharusnya mempunyai bentuk yang mempunyai s/v ratio rendah untuk meminimalisir transfer panas pada permukaan selubung bangunan.
4. Bangunan seharusnya menerapkan konsep *water spray* atau *evaporative cooling (direct & indirect evaporation cooling)* sebagai penyelesaian permasalahan panas bangunan terutama pada orientasi Timur-Barat.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Pendekatan Perancangan

Perancangan gedung kantor hemat energi dilakukan dengan pendekatan teori efisiensi energi. Prinsip-prinsip teori efisiensi energi diterapkan guna mencapai bangunan yang hemat dalam pemakaian energi. Prinsip efisiensi energi didukung dengan strategi *passive cooling* sebagai penyelesaian terhadap permasalahan desain. Strategi *passive cooling* diterapkan dengan teknik *evaporative cooling*. *Evaporative cooling* atau pendinginan yang memanfaatkan air sebagai media menurunkan suhu bangunan merupakan penyelesaian yang efektif dalam menyerap panas radiasi matahari pada iklim tropis (Lechner, 2015). Panas radiasi matahari yang diserap oleh media air bertujuan agar tidak menimbulkan panas pada bangunan itu sendiri maupun lingkungan sekitar.

Permasalahan rancang biasanya berawal dari bentuk pernyataan dari seseorang, klien, atau perusahaan kepada desainer/perancang. Permasalahan rancang biasa juga disebut dengan *design brief* (Cross, 2000). Permasalahan rancang terbagi menjadi dua kategori. *Well-defined problem* dan *Ill-defined problem*. *Well-defined problem* adalah permasalahan yang mempunyai jawaban yang jelas, aturan yang sudah ada, dan mengerti bagaimana cara menyelesaikan permasalahan tersebut. Sedangkan *Ill-defined problem* adalah permasalahan yang belum diketahui bagaimana cara menyelesaikannya dan belum diketahui formula-formula untuk menyelesaikannya.

Pada perancangan gedung kantor hemat energi ini, *statement* permasalahannya adalah bagaimana agar gedung kantor lebih hemat dalam pemakaian konsumsi energi khususnya pada bangunan gedung kantor yang mempunyai orientasi Timur-Barat (kendala orientasi). Semakin pesatnya pertumbuhan perkotaan akan mempersempit ketersediaan lahan sehingga memaksimalkan penggunaan lahan yang tersedia. Agar gedung kantor dapat mengurangi tingkat konsumsi energi khususnya energi pendinginan bangunan

maka rancangan gedung kantor memperhatikan prinsip-prinsip energi efisiensi seperti desain pasif (perletakan inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan), elemen pembayangan (*shading device*), bentuk & geometri dan *passive cooling*. Dengan menerapkan prinsip energi efisiensi tersebut maka gedung-gedung kantor yang berorientasi Timur-Barat akan berupaya menghalau panas radiasi kedalam bangunan. Dengan demikian akan mengurangi energi pendinginan bangunan. Selubung bangunan berfungsi menyerap panas radiasi matahari dengan konsep *water spray envelope*.

Dari penjelasan diatas, permasalahan rancang gedung kantor hemat energi di Surabaya termasuk dalam kategori *well-defined problem* dan *ill-defined problem*. Strategi penyelesaian desainnya sudah diketahui menggunakan pendekatan energi efisiensi, namun kemungkinan ada permasalahan-permasalahan detail yang mungkin belum diketahui cara-cara penyelesaiannya. Terutama pada bagian selubung (*envelope*) dan kaitannya dengan ruang, bentuk dan geometri bangunan yang efektif.

Dalam proses perancangan gedung kantor hemat energi, proses perancangan mengacu pada proses perancangan *force based framework* (Plowright, 2014). *Force based framework* adalah proses perancangan yang melihat faktor-faktor non-formal atau eksternal yang digunakan dalam mengambil keputusan dalam mendefinisikan sebuah bentuk atau desain. Faktor eksternal dapat diterjemahkan sebagai batasan, asset, aliran, tekanan, dan peluang. Dalam perancangan ini, faktor iklim (panas matahari, angin) dan tingkat konsumsi energi digunakan sebagai batasan (faktor eksternal) dalam mengambil keputusan desain sesuai dengan pertimbangan dan analisa pada tahap kajian pustaka.

Tahapan proses perancangan *force based framework* yaitu identifikasi *force* berdasarkan *context, culture, need*. Kemudian berlanjut pada tahap *propose form<>refine<>assemble*. Tahap ini adalah tahap eksplorasi dan evaluasi desain. Eksplorasi dan evaluasi dilakukan secara berulang-ulang (*iterative*) untuk mendapatkan desain yang dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan desain. Lalu berlanjut ke tahap proposal yaitu mengevaluasi dan mengambil keputusan hasil perancangan yang kemudian dikomunikasikan secara dua dimensi atau tiga dimensi. Pemilihan proses perancangan *force based framework*

didasari oleh karakter permasalahan desain yang berdasarkan pada *context*, *culture*, *need* (konteks/budaya/kebutuhan) dan juga adanya proses berulang (*iterative*) yang dilakukan pada tahap *propose form*. Dimana proses berulang (*iterative*) dilakukan pada penyelesaian permasalahan *well-ill defined problem*.

3.2 Obyek Rancang

Kota Surabaya menjadi lokasi dalam perancangan gedung kantor hemat energi. Surabaya menjadi tempat rujukan investor dikarenakan iklim perekonomian Surabaya yang relatif kondusif. Dari data yang didapat, permintaan akan kebutuhan ruang kantor di Surabaya juga meningkat pesat. Dalam 3 tahun terakhir pun bermunculan gedung-gedung kantor sewa yang telah selesai dibangun ataupun sedang dalam tahap pembangunan. Dalam kaitannya dengan perancangan gedung kantor hemat energi adalah mencoba memberikan alternatif desain gedung kantor yang mengedepankan isu energi dalam hal pemecahan permasalahan perancangan.

Gedung kantor hemat energi yang akan dirancang adalah gedung kantor sewa yang mempunyai klasifikasi bangunan bertingkat tinggi. Bangunan bertingkat tinggi adalah bangunan yang mempunyai ketinggian lebih dari 8 lantai (Peraturan Pemerintah No 36 th 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan UU No 28 th 2002 Tentang Bangunan Gedung). Berdasarkan penataan ruang kantor, perancangan gedung kantor hemat energi lebih kearah penataan terbuka (*open plan*) daripada tertutup (*enclosed plan*). Hal ini didasari oleh fungsi kantor sewa agar pengguna/penyewa lebih fleksibel dalam menata ruang atau perabot kantor.

Kriteria lahan perkantoran yaitu luas lahan berkisar antara 7.500-10.000 m² dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Mempunyai akses yang mudah dan dekat dengan fasilitas-fasilitas penunjang. Lokasi terletak diarea Surabaya Timur dikarenakan Surabaya Timur adalah area Surabaya yang masih berpotensi untuk dikembangkan sebagai perkantoran ataupun pusat bisnis baru (Pitoko, 2016).

3.3 Aspek Eksplorasi Perancangan

Gedung kantor hemat energi mempunyai prioritas pada prinsip desain pasif dan elemen desain pada bagian selubung bangunan(*envelope*). Desain pasif

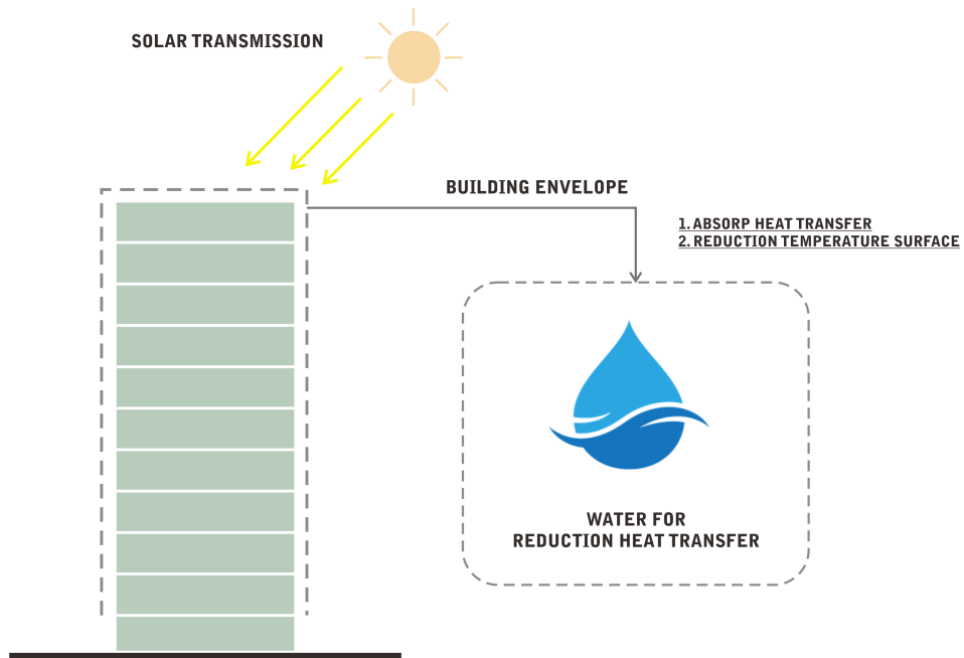
dapat juga berhubungan dengan bentuk geometri bangunan. Bentuk geometri bangunan dirancang untuk mendapatkan komposisi yang optimal terhadap kaitannya dengan penyelesaian panas radiasi matahari. Bentuk geometri bangunan memperhatikan aspek rasio bangunan pada iklim tropis (1:2 atau 1:3), memperhatikan perletakan *core* dan memperhatikan posisi bangunan terhadap *site* (Sayigh, 2017). Selain itu, bentuk geometri bangunan juga memperhatikan s/v ratio (perbandingan luas permukaan selubung terhadap volume). Semakin kecil s/v ratio dan semakin sedikit luas permukaan yang terpapar matahari akan semakin sedikit peningkatan panas radiasi matahari (Laksmiyanti, 2016)

Selubung bangunan merupakan elemen arsitektur pertama yang menerima radiasi panas matahari yang akan berpengaruh terhadap transfer panas kedalam bangunan. Selubung bangunan akan dieksplorasi agar dapat menghambat atau menyerap panas matahari sehingga meminimalkan peningkatan panas yang masuk kedalam bangunan. Sesuai dengan konsep yang diangkat (*water spray envelope*), selubung bangunan dirancang terintegrasi antara sistem *spray* dengan elemen *shading device* pada fasad bangunan.

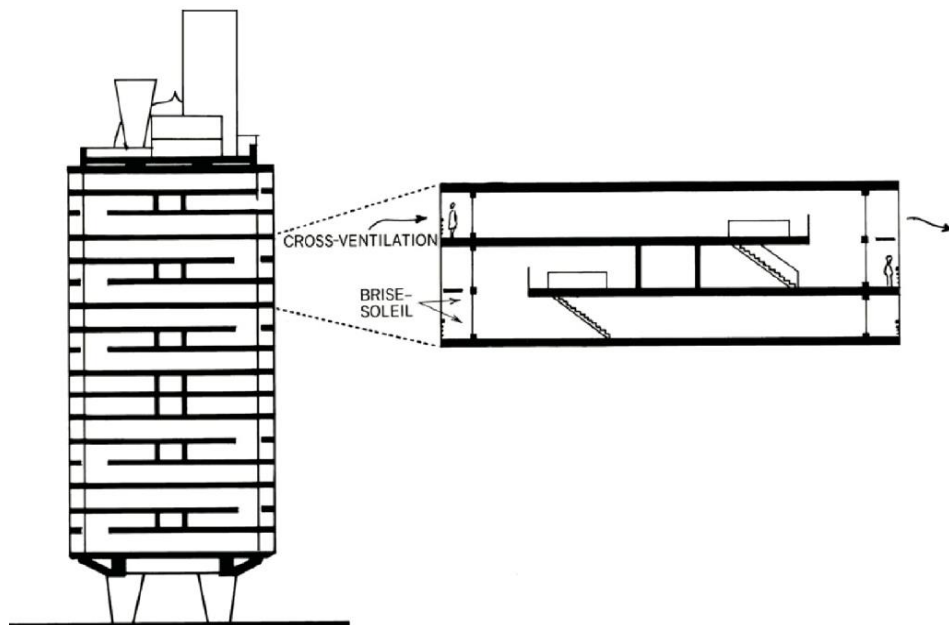
Dengan dialirkannya air pada selubung bangunan dengan bantuan hembusan angin (analogi teknik semprot/*spray*) diharapkan dapat menurunkan suhu permukaan bangunan (*indirect evaporative cooling*) dan membantu menghambat peningkatan panas bangunan (seperti pada penelitian-penelitian terdahulu yang telah dijelaskan pada kajian pustaka). Selain menurunkan suhu permukaan bangunan, air pada selubung bangunan dialirkan melalui ventilasi kedalam bangunan untuk membantu menurunkan suhu bangunan (*direct evaporation cooling*). Hal tersebut dapat dilakukan dengan mempertimbangkan komposisi bentuk dan ruang bangunan. Konsep *water spray envelope* nantinya perlu dikembangkan terkait aplikasi pada bangunan dengan menerapkan *self cleaning* pada selubung dan bagaimana sirkulasi air yang efektif dan efisien.

Selubung bangunan juga berperan sebagai elemen dari pasif ataupun aktif *shading device*. Kombinasi pasif dan aktif *shading device* perlu disesuaikan dengan elemen lain yang terlibat seperti perletakan jendela, balkon, ruang transisional, dan elemen detail dari *water spray*. Oleh karena itu, integrasi setiap

elemen bangunan menjadi hal-hal yang sangat diperhatikan dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini.



Gambar 3.1 Selubung bangunan sebagai aspek eksplorasi perancangan

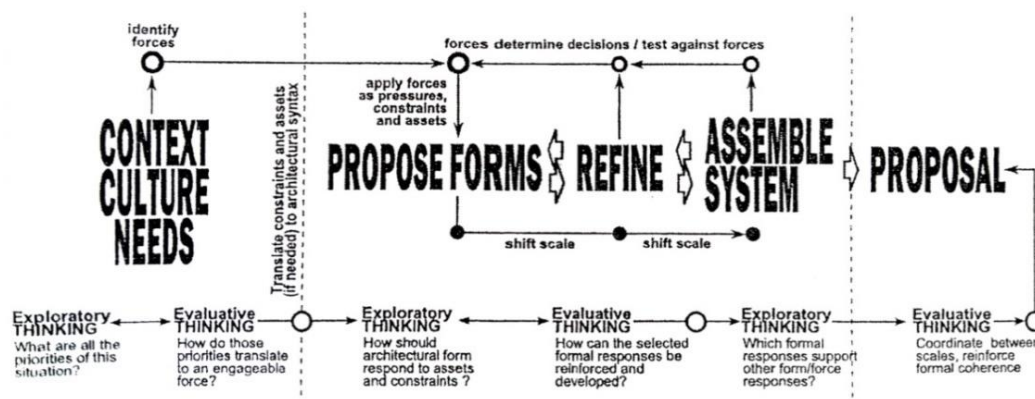


Gambar 3.2 Penggunaan sirkulasi silang sebagai pertukaran udara (Lechner, 2015)

Aspek lainnya yang mempunyai pengaruh terhadap efisiensi energi tentunya perlu dipertimbangkan. Komposisi bukaan jendela yang dirancang agar tercipta sirkulasi udara silang dan juga agar dapat mengalirkan udara panas keluar bangunan nantinya juga perlu untuk diterapkan (gambar 3.2).

3.4 Proses Perancangan

Proses perancangan pada perancangan gedung kantor hemat energi mengacu pada karakter permasalahan yang bersifat *well defined problem* dan *ill defined problem* (Rowe, 1987). Pada perancangan ini, permasalahan diangkat berdasarkan konteks setempat. Panas radiasi matahari dan konsumsi energi menjadi faktor utama permasalahan desain. Penyelesaian permasalahan perancangan dilakukan secara berulang (*iterative*) pada proses eksplorasi dan evaluasi. Hal ini terkait permasalahan yang bersifat *well-ill defined problem*. Dimana penyelesaian permasalahan tidak cukup diselesaikan dengan sekali proses, dibutuhkan eksplorasi dan evaluasi secara berulang hingga menemukan penyelesaian perancangan yang paling sesuai. Proses perancangan *force based framework* mengakomodasi permasalahan yang diangkat dan secara spesifik menjabarkan langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan perancangan.



Gambar 3.3 Skema *force based framework* (Plowright, 2014)

Berikut langkah-langkah yang dilakukan pada proses perancangan gedung kantor hemat energi berdasarkan proses *force based framework* :

1. Identifikasi *force* terkait *context, culture, needs*

Tahap awal yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan digunakan sebagai *force* dari segi konteks, budaya, dan kebutuhan. *Force* yang nantinya akan digunakan dapat dilihat sebagai *pressure, asset, flows, constraint* atau *opportunity* (Plowright, 2014)

Analisa *force* bergerak dari tahap eksplorasi dan tahap evaluasi. Tahap eksplorasi adalah mencari informasi sebanyak-banyaknya dari bidang arsitektur maupun non-arsitektur berkaitan dengan lokasi dan obyek rancang. Sehubungan dengan konteks, iklim dan kondisi geografis Surabaya (kondisi lahan) yang terletak pada garis edar matahari membuat suhu kota Surabaya cukup panas. Radiasi matahari yang berlebihan membuat suhu dalam bangunan maupun suhu perkotaan meningkat. Panas radiasi matahari menjadi *constraint* berdasarkan konteks.

Sehubungan dengan budaya, pada gedung perkantoran seharusnya mengakomodasi kebiasaan atau mendukung terjadinya interaksi sesama pekerja perkantoran. Adanya ruang yang memfasilitasi hal tersebut sebagai ruang interaksi sosial dapat diterapkan pada *skycourt* atau *skylobby*. *Skycourt* juga merupakan *passive cooling* yang dapat menurunkan temperature sekitar bangunan. *Skycourt* merupakan *asset* berdasarkan budaya dan perlu dipertimbangkan.

Sehubungan dengan kebutuhan, gedung kantor seharusnya memperhatikan standar ruang, tatanan layout, efisiensi sirkulasi, kenyamanan view, kenyamanan pencahayaan dan hal-hal yang berhubungan dengan kebutuhan dasar ruang kantor. Kebutuhan-kebutuhan tersebut akan menjadi *constraint* dalam perancangan gedung kantor ini.

Pada proses ini, selain mengidentifikasi *force*, hal lain yang dilakukan adalah menetapkan *judgement criteria*. *Judgement criteria* adalah kriteria rancang yang disusun berdasarkan kajian-kajian (kajian pustaka & preseden) sebagai acuan agar perancangan sesuai dengan karakteristik permasalahan. Kriteria rancang pada gedung kantor hemat energi ini adalah memperhatikan desain pasif, elemen pembayangan, bentuk & geometri, dan konsep *water spray* (sesuai yang telah dijabarkan pada bab 2).

2. *Propose Form <> Refine <> Assemble*

Propose Form

Propose form merupakan tahap eksplorasi dalam mencari solusi permasalahan perancangan. Eksplorasi berkaitan dengan geometri, bentuk, selubung, maupun ide-ide atau konsep (*water spray envelope*) yang berhubungan dengan bagaimana agar gedung kantor dapat menekan konsumsi energi. Selain itu, eksplorasi juga meliputi program ruang (ruang-ruang transisi, efektivitas ruang kerja dan sirkulasi pengguna kantor) dan desain material selubung yang relevan agar meminimalisir peningkatan suhu perkotaan. Tahap eksplorasi ini menggunakan metode eksplorasi seperti *brainstorming*, *synectic*, *morphological charts*, *folding design*, *3D modelling*, dan lain-lain.

Refine

Refine merupakan perbaikan, peningkatan kualitas, dan pengembangan perancanganyang juga merupakan tahapan evaluasi. Pada tahap ini, hasil eksplorasi *propose form* diperiksa kesesuaiannya terhadap *force*, kriteria, dan konsep yang telah ditetapkan. Kesesuaian rancangan terhadap *force*, kriteria, dan konsep akan dikembangkan agar lebih detail dan mencapai kualitas yang baik. Namun apabila terjadi ketidaksesuaian maka akan dieksplorasi kembali ke tahap *propose form*.

Assemble

Assemble atau penyatuan adalah tahap dalam menggabungkan hasil tiap-tiap rancangan menjadi kesatuan bangunan. Hasil rancang yang berupa *elements* dan *parts* dipadukan menjadi bangunan yang utuh (termasuk *site*).

3. Proposal

Tahap ini adalah tahap terakhir dimana keseluruhan proses perancangan dievaluasi dan diputuskan hasil rancangannya yang kemudian dikomunikasikan. Evaluasi akhir berfungsi sebagai *filter (final check)* agar tidak ada kekeliruan yang disampaikan. Hasil proposal berupa desain tesis perancangan arsitektur berupa gambar dua dimensi maupun tiga dimensi.

Dalam setiap tahapan proses, tahap eksplorasi dan tahap evaluasi digunakan sebagai panduan untuk berpikir secara eksplorasi ataupun evaluasi. Eksplorasi dan evaluasi diterapkan pada tahapan-tahapan yang dijelaskan pada skema *force based framework* (gambar 3.3).

Proses perancangan *force based framework* ini pernah digunakan oleh Bjarke Ingel Group (BIG) dalam membuat rancangan Shenzhen International Energy Mansion dimana panas radiasi matahari digunakan sebagai *force* sebagai upaya penyelesaian permasalahan terkait panas bangunan. Bentuk selubung bangunan yang dihasilkan berbentuk zig-zag dengan tujuan menghalangi radiasi matahari yang masuk kedalam bangunan. Selubung bangunan juga berfungsi sebagai *solar panel* yang membangkitkan energi pendinginan dan diklaim hemat energi hingga 60% (lihat lampiran 1).

Proses perancangan lainnya yang juga masih dari Bjarke Ingels Group (BIG) yaitu rancangan *The Mountain Dwelling*. Sebuah desain tempat tinggal dimana kebutuhan akan parkir area dan kebutuhan tempat tinggal (cahaya matahari, udara segar dan view) menjadi *force* dalam perancangannya. Bentuk bangunan memadukan fungsi parkir dan tempat tinggal dengan bentuk seperti gunung/lembah. Dengan bentuk seperti tersebut maka kebutuhan area parkir terpenuhi dan kebutuhan tempat tinggal seperti mendapatkan cahaya matahari, udara segar dan view yang menarik juga tercapai (lihat lampiran 2).

Proses perancangan yang juga menerapkan *force based framework* yaitu Aedas dalam rancangan Abdul Latif Jameel's Corporate Headquarter. Perancangan melihat panas radiasi matahari sore dan kebisingan jalan sebagai *force*. Desain berupaya membuat *barrier* agar panas radiasi matahari sore tidak langsung menembus area kantor dengan cara menggunakan dinding/*cladding* massif pada area barat. Dinding tersebut juga berfungsi sebagai penghalang kebisingan yang timbul dari persimpangan jalan raya (lihat lampiran 3).

Cukup banyak perancang yang menggunakan proses *force based framework* sebagai upaya dalam menyelesaikan permasalahan perancangan dan terbukti berhasil. Oleh karena itu, proses perancangan *force based framework* dapat dijadikan landasan dalam perancangan gedung kantor bertingkat tinggi ini.

3.5 Metode Perancangan

Metode perancangan adalah langkah-langkah yang dilakukan pada setiap tahapan proses perancangan. Metode perancangan yang digunakan dalam tiap tahapan proses perancangan *force based framework* akan dijelaskan pada sub sub-bab berikut.

3.5.1 Metode pada Proses Identifikasi *Force*

Metode dalam identifikasi *force* berguna untuk mencari variabel *force* pada *context*, *culture*, *needs* (konteks, budaya, dan kebutuhan). Metode yang digunakan antara lain :

a. Observasi(*Observation*)

Metode ini dilakukan untuk merekam kondisi lokasi perancangan dengan perekaman gambar ataupun video. Pada lokasi perancangan, data yang perlu direkam yaitu batas-batas lahan, area didalam lahan, area sekitar lahan, dan akses ke lahan. Perekaman data di sekitar lokasi seperti tingkat kepadatan lalu lintas dan tingkat kepadatan penduduk juga perlu dilakukan terkait dengan pertimbangan-pertimbangan yang akan menjadi keputusan desain.

Lingkup metode observasi meliputi *parts* dan *building* secara general. Alat yang digunakan dalam observasi adalah alat rekam (kamera), alat ukur (pita ukur), data-data terkait lahan, buku, jurnal, dan software grafis dua dimensi (diagram-diagram & matriks).

b. Pengumpulan data (*Data Logging & Data Reduction*)

Metode ini adalah metode mengumpulkan data yang berhubungan dengan aturan dan standart terkait perancangan gedung perkantoran pada lokasi yang akan dirancang. Data-data dikumpulkan, dianalisa, dan dipilah-pilah sesuai kebutuhan perancangan. Data-data yang dibutuhkan antara lain :

- Data peraturan daerah setempat terkait keterbangunan berupa data sempadan jalan, RTRW, KLB, KDB, dan KTB.

- Data standar bangunan yang terkait dengan perancangan gedung perkantoran tingkat tinggi
- Data jalur matahari(*sunpath*) kota Surabaya (dari *weather online* ataupun dari software)

Lingkup metode pengumpulan data meliputi *parts* dan *building* secara general. Alat yang digunakan untuk melakukan pencarian data adalah melalui buku-buku, data pemerintah, data digital, atau data-data lain yang relevan.

c. Pencarian literature (*Literature Searching*)

Metode ini adalah metode mencari literatur yang berhubungan dengan pendekatan teori dan riset terkait perancangan gedung perkantoran hemat energi. Literatur yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah :

- Teori pengendalian panas bangunan yang meliputi desain pasif (perletakan *core*, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan)
- Teori *passive cooling* berkaitan dengan teknik *evaporation cooling*
- Teori tentang gedung perkantoran bertingkat tinggi
- Teori bentuk & geometri bangunan hemat energi
- Preseden tentang gedung perkantoran bertingkat tinggi hemat energi
- Jurnal yang berkaitan dengan efisiensi energi pada bangunan perkantoran
- Jurnal yang berkaitan dengan konsep *evaporative cooling* yang menunjang konsep *water spray envelope*
- Jurnal yang berkaitan dengan bentuk geometri dan material yang menunjang efisiensi energi pada bangunan perkantoran

Lingkup metode pencarian literatur meliputi *elements*, *parts* dan *buildings*. Alat yang digunakan berupa jurnal, buku, bahan perkuliahan, hasil penelitian, seminar international dan data lainnya yang relevan.

Metode observasi, pengumpulan data dan pencarian literature merupakan tahap eksplorasi yang kemudian dianalisa untuk mendapatkan variabel-variabel *force* (*asset* atau *constraint*) dan menetapkan *judgement criteria*. Hasil analisa merupakan tahap evaluasi sebelum berlanjut pada proses selanjutnya.

3.5.2 Metode pada Proses *Propose Form* <> *Refine* <> *Assemble*

a. *Brainstorming*, *Synectic*, dan *Morphological Chart*

Brainstorming adalah metode yang memproduksi ide secara cepat. Biasanya dilakukan dalam sebuah grup. *Synectic* adalah metode bereksplorasi secara spontan untuk mencari permasalahan rancang. Sedangkan *morphological chart* adalah metode mencari solusi permasalahan rancang dengan memunculkan kemungkinan-kemungkinan atau alternatif yang terjadi (Jones, 1970).

Metode ini dapat diaplikasikan pada lingkup *element*, *parts*, maupun *buildings*. Alat rancang yang digunakan dalam metode ini adalah sketsa, tabel, dan matriks.

b. *Folding Design*

Folding atau melipat adalah teknik yang sering dikenal seperti sebuah origami yaitu dengan melipat, menekan, atau menekuk sebuah bidang. Penerapan *folding* dalam perancangan gedung kantor bertujuan agar bidang-bidang yang dilipat, ditekan, atau ditekuk dapat terhindar dari paparan sinar matahari. Hal tersebut dapat mengurangi transfer panas pada luas permukaan bangunan.

Metode *folding* diaplikasikan pada lingkup bentuk & geometri massa secara general (*buildings*). Bentuk & geometri dilipat, ditekan, atau ditekuk untuk mendapatkan bentuk yang efisien dengan memperhatikan s/v rasio (perbandingan luas permukaan bangunan terhadap selubung bangunan).

Alat rancang yang digunakan dalam metode ini adalah dengan sketsa, alat bantu hitung (kalkulator) dan pemodelan sederhana tiga dimensi.

c. *3D Modelling*

3D modelling adalah melakukan simulasi terkait bentuk, proporsi, komposisi bangunan menggunakan sketsa sebagai acuan awal sebelum akhirnya disempurnakan dengan bantuan digital (software 3 dimensi). Metode *3D modelling* mempercepat pemikiran bentuk & geometri yang sesuai dengan penyelesaian permasalahan rancang.

Metode *3D modelling* diaplikasikan pada lingkup bentuk & geometri massa secara general (*buildings*). Selain itu, apabila dirasa bentuk & geometri massa dirasa sudah tepat, *3D modelling* juga diaplikasikan pada lingkup *parts* (bagian bangunan) dan *elements* (elemen bangunan) untuk mendapatkan detail yang lebih sempurna.

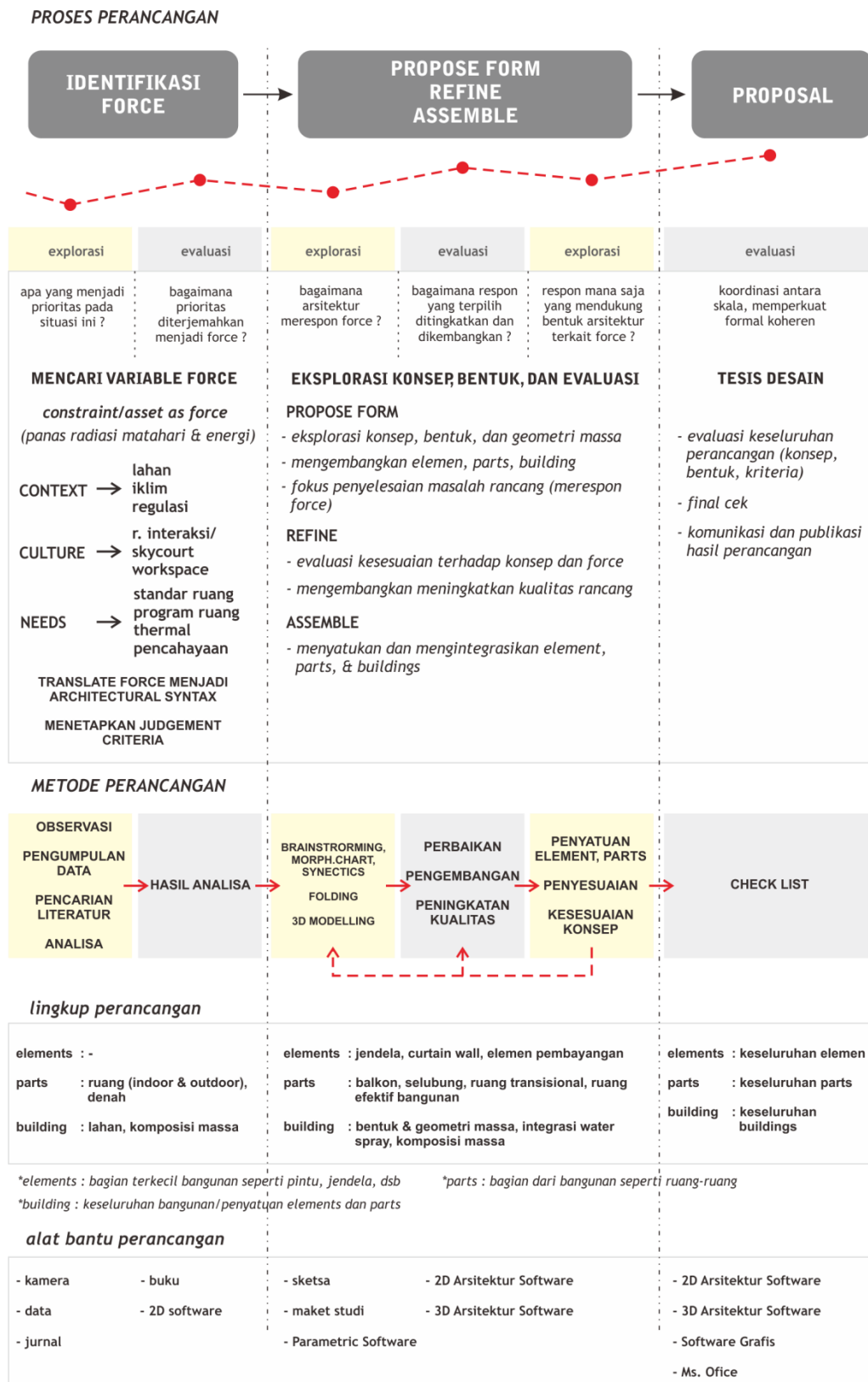
Alat rancang yang digunakan pada metode ini adalah dengan software 3 dimensi (AutoCad, SketchUp, Revit), dan software grafis (CorelDraw & Photoshop).

3.5.3 Metode pada Proses Proposal

Metode pada proses proposal merupakan metode evaluasi, yakni evaluasi secara keseluruhan perancangan yang nantinya dikomunikasikan sebagai desain tesis arsitektur. Pada tahap ini metode yang digunakan adalah metode *check list*. Metode *checklist* adalah metode mengevaluasi dengan memeriksa satu persatu *elements*, *parts*, maupun keseluruhan bangunan (*buildings*). Evaluasi ini mencakup kesesuaian konsep (*water spray envelope*), bentuk & geometri, program ruang (*siteplan & floor plan*), juga mekanikal maupun struktur secara menyeluruh untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

Keseluruhan lingkup diperiksa agar tidak ada kesalahan yang terlewatkan sebelum dikomunikasikan dan dipublikasikan menjadi desain tesis. Alat yang digunakan dalam metode *checklist* adalah software grafis (CorelDraw) untuk membuat diagram, tabel, dan matriks. Pada hasil tesis desain alat bantu yang digunakan adalah software dua dimensi (AutoCad), tiga dimensi (SketchUp & Revit Architecture) dan Ms Office (Ms Word & Ms Powerpoint).

Proses perancangan dan metode perancangan adalah tahapan dari awal hingga akhir perancangan dalam menyelesaikan sebuah permasalahan rancang dengan berbagai macam karakteristiknya. Agar lebih jelas dan ringkas, keseluruhan proses perancangan dan metode perancangan dapat dilihat pada skema berikut ini (gambar 3.4)



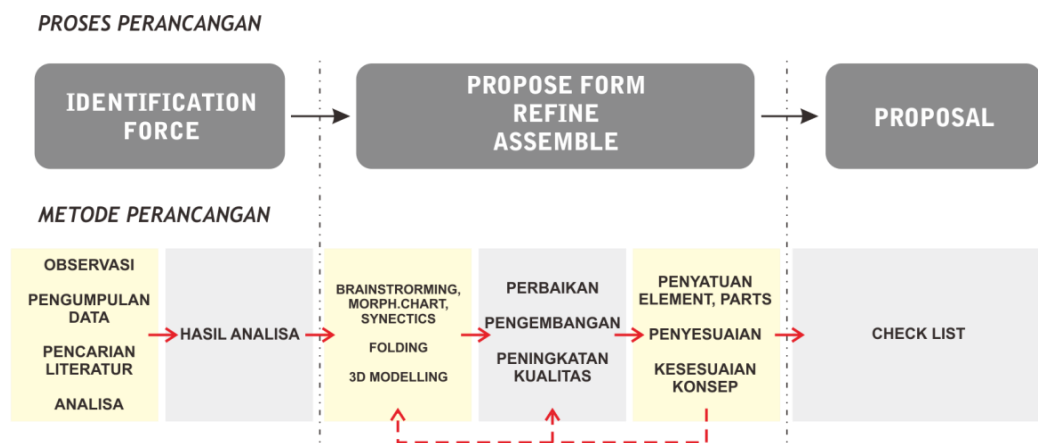
Gambar 3.4 Hubungan proses perancangan dan metode perancangan

BAB 4

ANALISA OBJEK RANCANGAN

Pada tesis perancangan ini, sebelum memasuki tahapan perancangan, diperlukan analisa pada obyek rancangan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang rancangan, kelemahan rancangan dan potensi-potensinya. Analisa pada obyek rancangan meliputi tinjauan lahan, analisa lahan, dan program ruang rancangan.

Berdasarkan proses perancangan yang digunakan (*force based framework*), tahap analisa merupakan tahapan dalam merespon *force* (*identification force*). *Force* dapat berupa batasan, asset, aliran, tekanan dan peluang. Dalam perancangan ini, faktor iklim (panas matahari) dan tingkat konsumsi energi digunakan sebagai *force* atau batasan (faktor eksternal) dalam mengambil keputusan desain sesuai dengan pertimbangan dan analisa pada tahap kajian pustaka.



Gambar 4.1 Analisa objek rancang merupakan tahapan pada *identification force*

Informasi yang berkaitan dengan *identification force* akan diteliti untuk menjadi acuan dalam merancang. Pada tahapan ini, metode perancangan yang digunakan adalah observasi terhadap lahan (pengukuran & perekaman lahan), pengumpulan data lahan (data iklim, peraturan daerah, peraturan pemerintah),

juga pencarian literature terkait informasi lahan, bangunan perkantoran, dan hal-hal yang berkaitan dengan efisiensi energi pada bangunan tinggi.

4.1 Identification Force

Dalam proses *identification force* (Plowright, 2014), terdapat tiga faktor yang berfungsi sebagai *force* atau batasan dalam perancangan. Tiga faktor tersebut yaitu konteks (*context*), budaya (*culture*) dan kebutuhan (*needs*).

Dilihat dari faktor konteks (*context*), lokasi perancangan terletak pada Surabaya Timur. Pada lokasi tersebut, terdapat regulasi setempat yang mengatur perancangan gedung kantor. Regulasi-regulasi tersebut dianalisa sebagai batasan dalam perancangan. Faktor-faktor lain yang berhubungan dengan lahan dan juga iklim akan dianalisa sebagai potensi (*asset*) atau sebagai batasan (*constraint*) yang mempengaruhi keputusan perancangan. Metode yang dilakukan dari segi konteks antara lain :

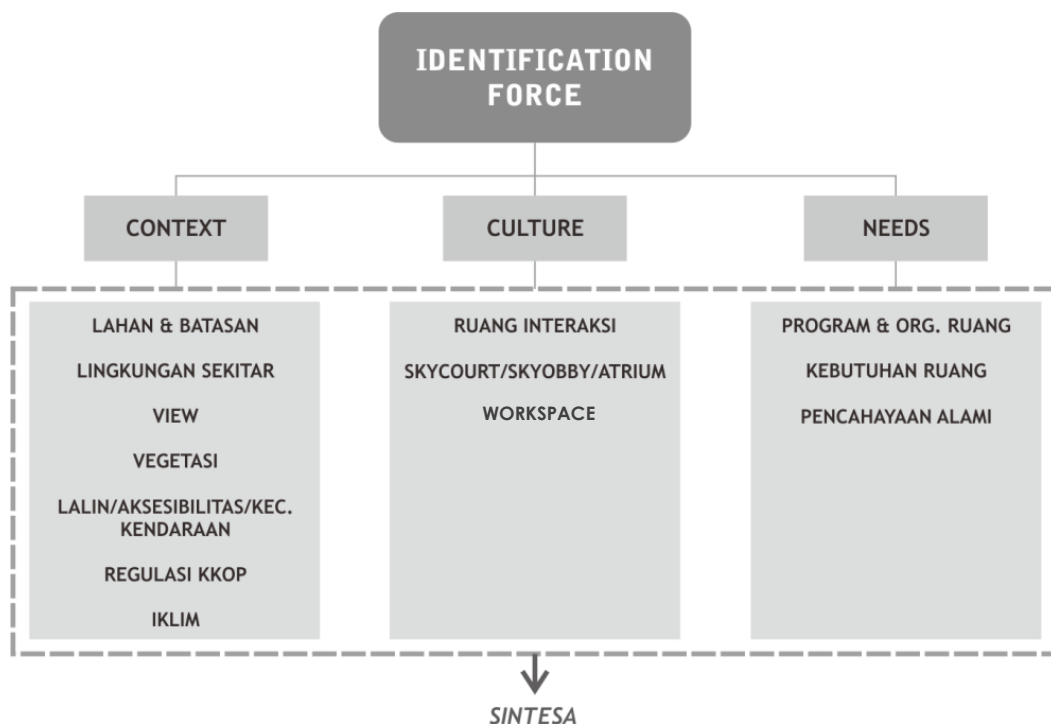
- Pemilihan lahan berdasarkan keterbatasan lahan dan orientasi bangunan
- Observasi lahan terpilih (pengukuran & perekaman lokasi lahan rancang)
- Observasi vegetasi eksisting, aksesibilitas, dan lingkungan sekitar
- Observasi jalur matahari dan angin pada lahan
- Pengumpulan data lahan yang berkaitan dengan peraturan daerah seperti tata guna lahan, KDB, KLB, KTB, GSB, GSP, KKOP, dsb.
- Menganalisa data-data yang telah diobservasi

Dilihat dari faktor budaya (*culture*), gedung kantor yang merupakan tempat untuk bekerja berupaya mewadahi kegiatan bersosial antar pengguna kantor sewa. Hal tersebut sesuai dengan budaya setempat dimana interaksi antar sesama perlu untuk diwadahi. Ruang interaksi social dalam gedung kantor mempunyai keuntungan dan menjadi nilai tambah (*added value*). Hal tersebut dapat menjadi potensi (*asset*) dalam gedung kantor ini. Metode yang dilakukan dari segi budaya antara lain :

- Pencarian literature terkait ruang interaksi social pada perkantoran
- Pencarian literature terkait *skycourt/skylobby/atrium*

Dilihat dari faktor kebutuhan (*needs*), perancangan gedung kantor memperhatikan kebutuhan ruang pengguna bangunan. Baik dari program ruang, organisasi ruang dan luas area kebutuhan ruang. Selain itu, kebutuhan dalam pencahayaan dan kenyamanan thermal jug perlu diperhatikan. Faktor kebutuhan dapat menjadi potensi maupun batasan dalam kaitannya dengan konsep *water spray envelope*. Metode yang dilakukan dari segi kebutuhan antara lain :

- Pencarian literatur berkaitan program ruang, organisasi ruang, luas area kebutuhan ruang pada perkantoran, pencahayaan & kenyamanan thermal
- Menganalisa kedekatan ruang pada gedung kantor
- Menganalisa data-data terkait literature

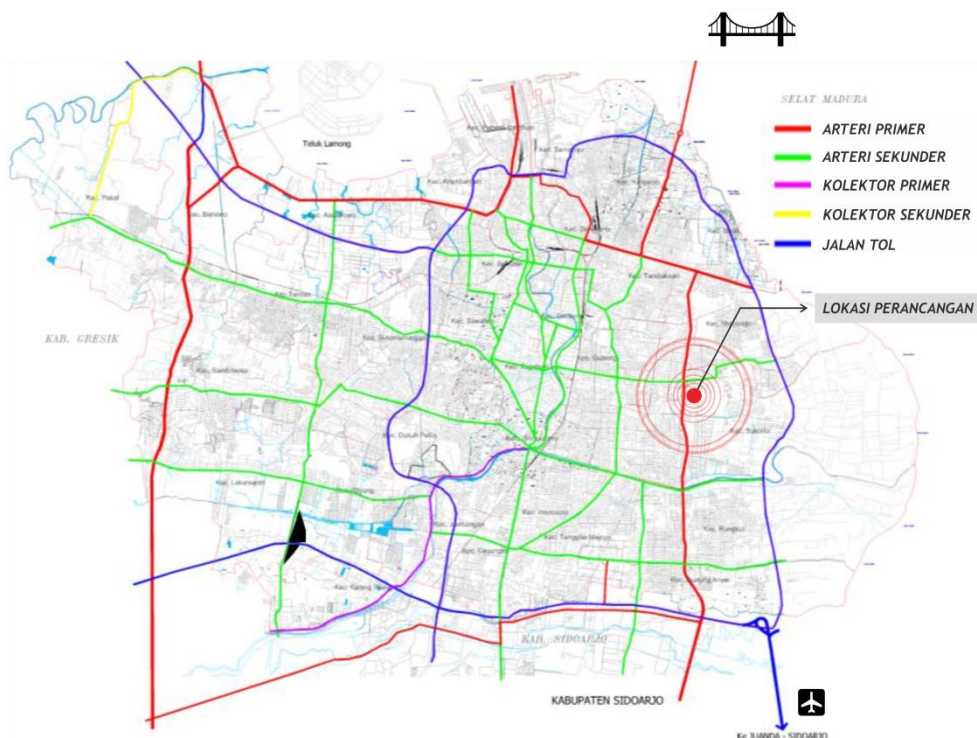


Gambar 4.2 Tahap *Identification Force*

4.2 Analisa Konteks (*Context*)

4.2.1 Lokasi Objek Rancang

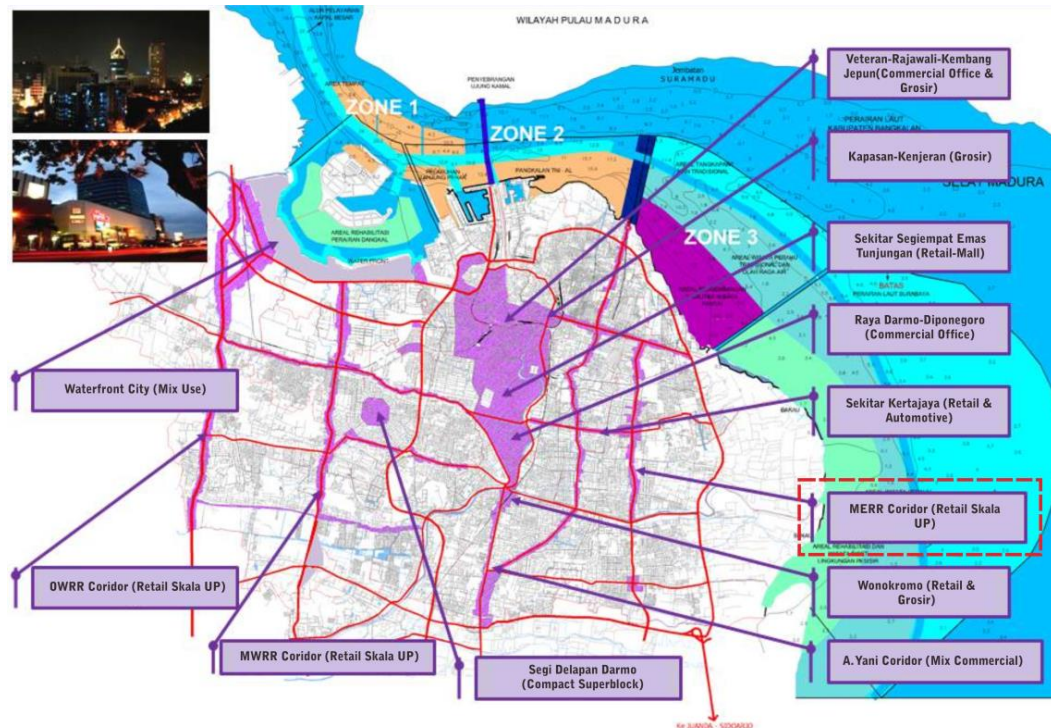
Lokasi rancangan terletak pada koridor Jl Dr. Ir. H. Soekarno (MERR), Surabaya Timur. Lokasi rancangan dipilih pada area Surabaya Timur dikarenakan Surabaya Timur mempunyai potensi menjadi pusat bisnis baru (Pitoko, 2016). Beberapa gedung perkantoran yang telah dibangun dalam 3 tahun terakhir pada Surabaya Timur yakni Samator SkySuites, One East Residence, dan Puncak Dharmahusada. Selain perkantoran bertingkat tinggi, bangunan bertingkat rendah yang beroperasi sebagai jasa & perdagangan juga banyak bermunculan. Pesatnya area Surabaya Timur menjadi pusat bisnis disebabkan oleh aturan pemerintah bahwa sepanjang koridor Jl Dr. Ir. H. Soekarno (MERR) merupakan area perdagangan dan jasa (RTRW Kota Surabaya 2014-2034).



Gambar 4.3 Jl. DR. Ir. H. Soekarno yang merupakan jalan arteri primer (sumber : RTRW Surabaya th 2014)

Jl. Dr. Ir. Soekarno (MERR) merupakan jalan arteri primer yang mempunyai fungsi menghubungkan pusat kegiatan nasional, wilayah, lokal hingga lingkungan. Dengan demikian sepanjang koridor Jl. Dr. Ir. Soekarno

merupakan lokasi yang strategis untuk pelayanan barang dan jasa dengan konsekuensi tingkat lalu lintas yang cukup padat.

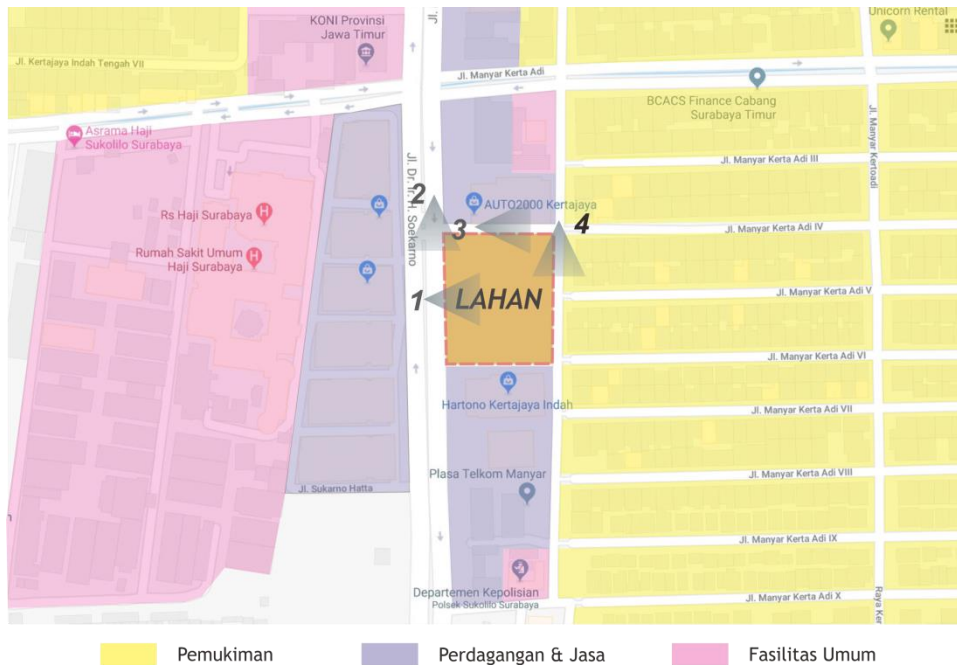


Gambar 4.4 Koridor MERR merupakan area jasa dan perdagangan (sumber : RTRW Surabaya th 2014)

Karakteristik lahan yang dipilih mencerminkan permasalahan perancangan yaitu lahan berorientasi kearah Timur-Barat (memanjang dari Utara-Selatan) agar penerapan konsep *water spray envelope* sebagai penyelesaian perancangan dalam hal efisiensi energi menjadi optimal. Bidang permukaan bangunan yang berhadapan dengan arah sinar matahari dapat lebih dieksplorasi untuk mengendalikan transfer radiasi panas ke dalam bangunan. Hal ini juga merupakan respon akibat keterbatasan lahan di Surabaya. Budaya (*culture*) orientasi bangunan pada iklim tropis pada perancangan ini cenderung dimodifikasi dengan mempertimbangkan kriteria perancangan.

Lokasi rancangan masuk kedalam kawasan Kertajaya dan berjarak sekitar 500 meter dari *traffic light* MERR-Kertajaya. Lokasi tepatnya berada diantara bangunan Hartono Elektronik dengan Auto2000. Luas lahan yang menjadi objek rancang sekitar 8920 m². Kawasan Kertajaya merupakan kawasan yang padat penduduk, baik untuk pemukiman maupun untuk jasa & perdagangan.

Berikut adalah foto eksisting lahan yang dijadikan lokasi perancangan gedung perkantoran hemat energi dengan konsep *water spray envelope* di Surabaya.



Gambar 4.5 Kondisi eksisting lahan perancangan gedung kantor hemat energi

Berdasarkan tata guna lahan dan RDTRK kota Surabaya, lahan di Jl. Dr. Ir. Soekarno (MERR) telah sesuai diperuntukkan sebagai gedung kantor bertingkat tinggi dimana dalam peraturannya tergolong area jasa dan perdagangan. Berdasarkan karakteristik yang mencerminkan permasalahan perancangan, lahan memanjang dari Utara-Selatan sehingga dapat menerapkan bangunan yang berorientasi kearah Timur-Barat. Dengan demikian perancangan gedung kantor ini dapat bereksplorasi terhadap permukaan bangunan yang terpapar matahari secara langsung (Timur-Barat) dengan penerapan konsep *water spra envelope*.

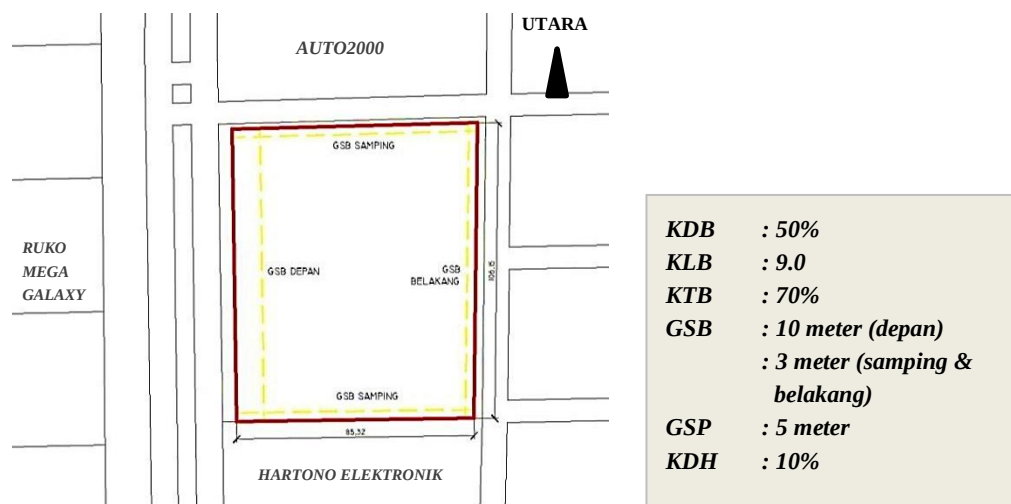
4.2.2 Batasan Objek Rancang

Batasan objek rancangan merupakan tahapan dalam melakukan pencarian data-data peraturan setempat seperti peraturan daerah Kota Surabaya. Berdasarkan data dari Peraturan Daerah Kota Surabaya No 12 Tahun 2014 tentang RTRW 2014-2034 dan Peraturan Walikota Surabaya No 75 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pemanfaatan Ruang Dalam Rangka Pendirian Bangunan di Kota Surabaya, maka batasan perancangan yaitu :

1. Koefisien Dasar Bangunan (KDB) pada area lahan yang diijinkan sebesar 50%. Luas keseluruhan lahan kurang lebih sebesar 9.152 m² maka akan didapat luas KDB sebesar 4.576 m².
2. Koefisien Lantai Bangunan (KLB) pada area lahan yang diijinkan sebesar 9 yang artinya mempunyai area 9 kali luas keseluruhan lahan yaitu sebesar 82.368 m².
3. Koefisien Tapak Basement (KTB) pada area yang diijinkan sebesar 70% sehingga luas KTB sebesar 6.406 m². Jumlah lantai basement yang diijinkan yaitu maksimal 3 lantai.
4. Garis Sempadan Bangunan (GSB) depan yang ditetapkan pada koridor lahan sekitar 10 meter. Sedangkan untuk GSB samping dan belakang minimal 3 meter. Garis Sempadan Pagar (GSP) yaitu sebesar 5 meter.
5. Koefisien Dasar Hijau (KDH) pada area lahan diijinkan minimal 10% sehingga minimum luas area hijau (*landcape*) yaitu 915 m².

Dari data diatas, ketinggian bangunan gedung kantor berdasarkan peraturan KDB dan KLB secara garis besar dapat mencapai 18 lantai. Namun gedung kantor juga memungkinkan lebih tinggi dari 18 lantai apabila luas perlantai dibuat lebih kecil sehingga jumlah lantai menjadi lebih banyak. Perlu diperhatikan agar keseluruhan lantai bangunan tidak melebihi yang telah ditetapkan (sesuai KLB) yakni sebesar 82.368 m².

Perancangan gedung kantor hemat energi ini termasuk dalam sistem layout blok. Sistem layout blok adalah bangunan yang masa bangunannya berbentuk blok (dengan sistem sewa/milik) yang didalamnya bisa terdapat fasilitas penunjang perdagangan & jasa.



UKURAN LAHAN

Barat	: 105 meter	Utara	: 88 meter
Timur	: 106 meter	Selatan	: 85 meter

Gambar 4.6 Ukuran lahan perancangan gedung kantor dan ketentuannya

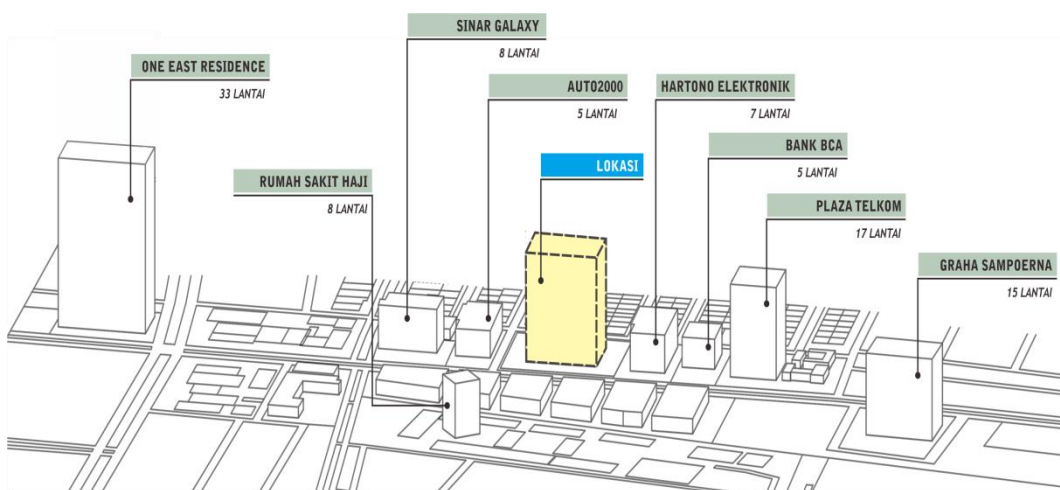
Batas-batas lahan perancangan yaitu,

Batas Timur	: Jl. Manyar Kerta Adi, Perumahan/Pemukiman
Batas Barat	: Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Ruko Mega Galaxy, RS Haji
Batas Utara	: Jl. Manyar Kerta Adi IV, Auto 2000 Kertajaya
Batas Selatan	: Gedung Hartono Elektronik

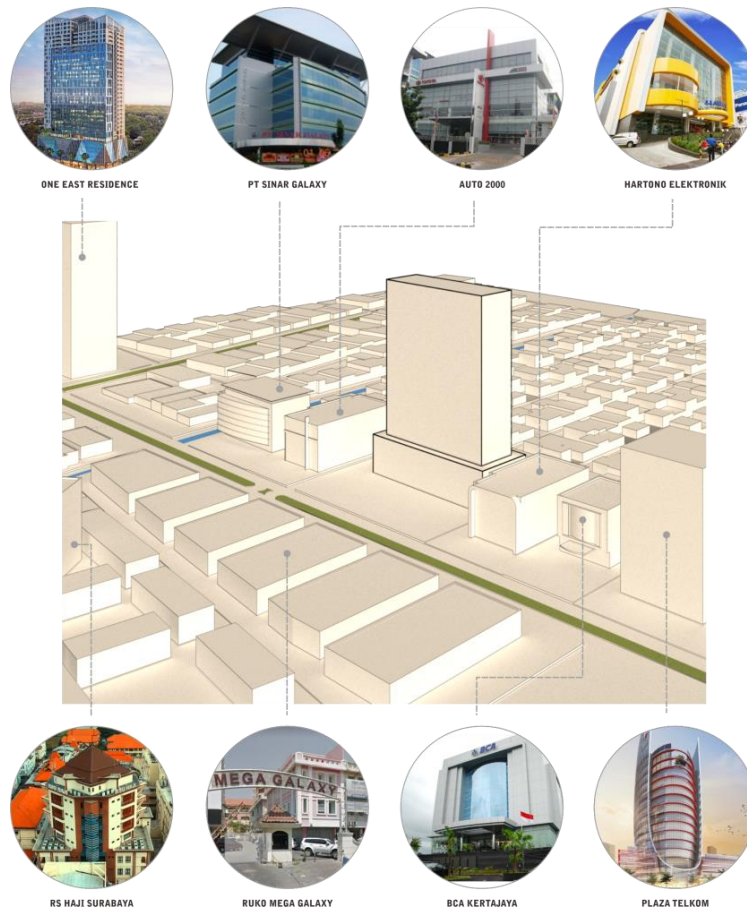
4.2.3 Lingkungan Sekitar Lahan

Analisa lingkungan sekitar lahan objek rancang merupakan tahap pengamatan atau observasi. Tujuan analisa lingkungan sekitar lahan adalah untuk melihat keadaan/kondisi sekitar lahan terkait elemen-elemen utilitas yang tersedia dan juga karakter bangunan sekitar (bentuk dan material). Kondisi lingkungan sekitar lahan telah terbentuk dan sangat mendukung perancangan gedung kantor. Infrastruktur seperti jalan dan drainase dalam kondisi baik. Jaringan listrik, telepon, dan air bersih juga tersedia sekitar area lahan.

Sepanjang koridor lahan (*traffic light* Kertajaya - *traffic light* Arief Rahman Hakim) telah terbangun beberapa bangunan tinggi seperti Graha Esa Sampoerna, PT Sinar Galaxy, dan One East Residence dengan karakter desain yang modern. Karakter desain modern juga terlihat dari bangunan lainnya yakni dari segi bentuk, detail arsitektural, dan pemakaian materialnya (banyak menggunakan kaca). Karakter koridor yang modern akan mendorong perancangan gedung kantor kearah desain yang modern pula. Namun dalam hal penggunaan material akan lebih selektif dan berupaya mengurangi penggunaan kaca untuk mengurangi panas bangunan (sesuai konsep perancangan).



Gambar 4.7 Bangunan sekitar lahan mempunyai ketinggian bangunan dari *low rise* hingga *high rise*



Gambar 4.8 Bangunan sekitar lahan mempunyai bentuk desain dan material modern

Hasil analisa lingkungan sekitar lahan adalah karakter perancangan seharusnya menampilkan hasil rancang modern yang kekinian sesuai karakter koridor lahan. Namun berupaya mengurangi penggunaan material kaca dan mengganti dengan material yang tidak terlalu reflektif. Konsep *water spray envelope* memunculkan desain yang mempunyai daya tarik dan menambah keragaman rancangan *high-rise building* pada koridor MERR.

4.2.4 View pada Lahan

Analisa view merupakan tahap pengamatan atau observasi. Tujuan analisa view yaitu untuk menentukan orientasi bangunan, khususnya jika ada sesuatu yang ingin ditonjolkan baik pada bentuk bangunan ataupun ornamen fasad. Bisa juga untuk menentukan view atau pandangan yang perlu dihindari pada lingkungan sekitar. Analisa view akan menentukan potensi ataupun batasan

(*constraint*) view yang memungkinkan menjadi pertimbangan-pertimbangan pada tahap perancangan nantinya. Konsep dan detail *water spray envelope* seharusnya menjadi hal yang perlu diterapkan pada view-view potensial untuk menunjukkan ke-khas-an perancangan gedung kantor hemat energi ini. Analisa view meliputi analisa view ke arah lahan dan keluar lahan (lingkungan sekitar).



Gambar 4.9 Potensi view ke arah lahan dan keluar lahan perancangan

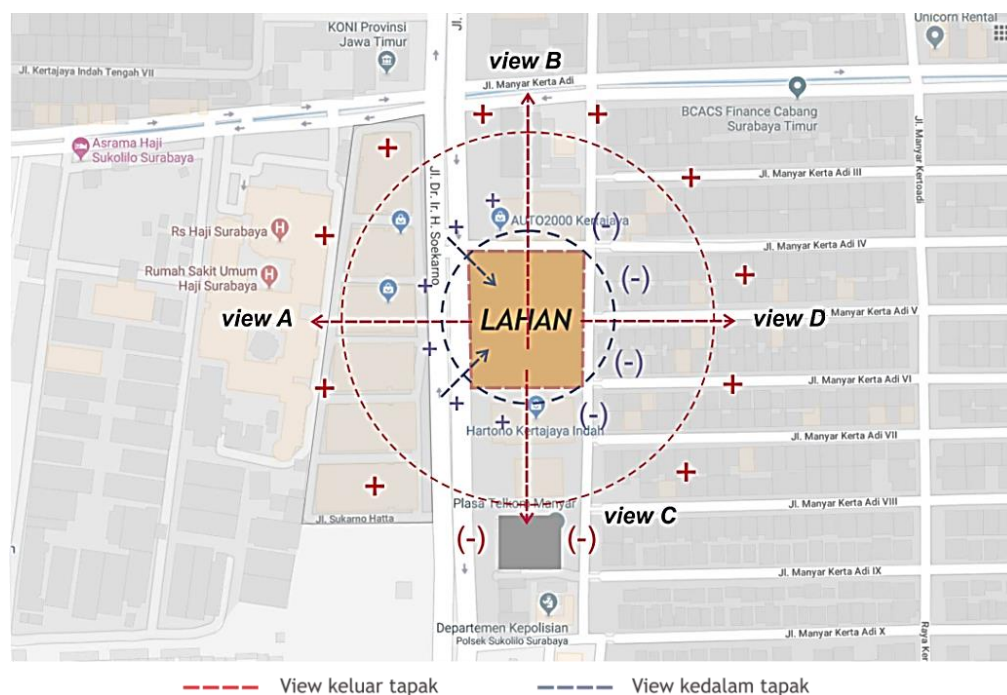
View ke arah lahan yang paling potensial adalah pada sisi Barat lahan, yaitu pada Jl. Dr. Ir. H. Soekarno yang merupakan akses utama ke lahan dan merupakan jalur yang banyak dilintasi oleh masyarakat. Sisi Barat lahan seharusnya akan menjadi tampak depan/utama dari bangunan perkantoran ini. Dari segi analisa view, sisi Utara-Barat-Selatan merupakan sisi potensial untuk menampilkan konsep *water spray* pada selubung bangunan. Namun dikarenakan bangunan perkantoran ini merupakan bangunan bertingkat tinggi, maka tampak belakang bangunanpun (sisi Timur) harus diperhatikan bagaimana penyelesaian rancangannya (gambar 4.9).

View keluar lahan/bangunan dapat mengarah ke segala sisi. Namun perlu dipertimbangkan bagaimana baiknya karena cukup berdekatan dengan bangunan tinggi lainnya. View A mengarah pada jalan utama dan mengarah pada pusat kota Surabaya yang merupakan area-area komersial, fasum dan pemukiman. View B

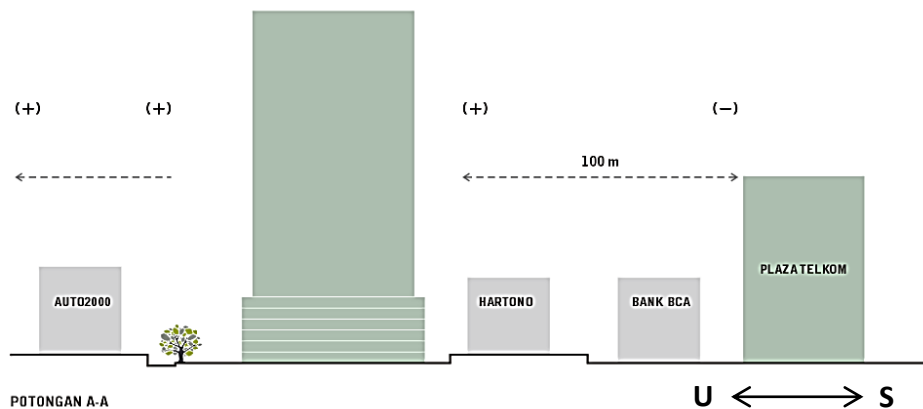
dan C mengarah ke arah bangunan-bangunan komersial sepanjang koridor Jl. Dr. Ir. Soekarno. Pada view B terdapat One East Apartment (33 lantai) yang berjarak 300 meter dari bangunan sehingga jarak pandang agak terganggu pada area tersebut. View C nantinya juga akan ada bangunan Plaza Telkom (17 Lantai, berjarak 100 meter) yang saat ini sedang tahap pembangunan. View D mengarah pada area pemukiman dan Kampus ITS. View D merupakan view yang cukup tenang dibandingkan ketiga view yang lain (gambar 4.9).

Pada view C, diperlukan strategi agar orientasi bangunan menghindari kearah view C. View C merupakan sebuah batasan (*constraint*) yang akan mempengaruhi keputusan rancangan. Ketinggian bangunan Plaza Telkom yang mencapai 17 lantai dan hanya berjarak 100 meter tentunya akan menghalangi pandangan keluar bangunan (gambar 4.11). Oleh karena itu, sisi bangunan view C dapat dimiringkan $30^{\circ}/45^{\circ}$ agar view yang diperoleh tidak terhalang oleh bangunan tinggi tersebut atau justru tidak mengarahkan view ke sisi selatan.

View keluar lainnya merupakan potensi (*asset*) yang dimiliki oleh perancangan gedung kantor ini (gambar 4.9). Karakteristik pemukiman penduduk dan perkotaan yang padat namun tetap nyaman untuk menjadi view keluar pada saat pengguna bangunan membutuhkan relaksasi akan rutinitas perkantoran.



Gambar 4.10 Asset (+) dan *constraint* (-) analisa view kedalam dan keluar lahan objek perancangan



Gambar 4.11 Sisi selatan lahan cukup berdekatan dengan Plaza Telkom yang mempunyai ketinggian 17 lantai

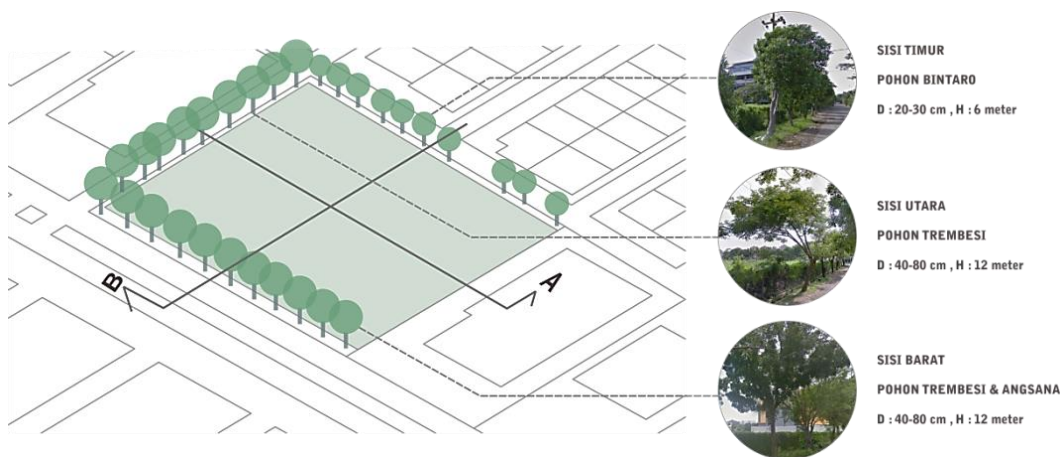
Tabel 4.1 Hasil Analisa View pada Lahan

VIEW	ARAH	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
KEDALAM LAHAN	UTARA	<i>ASSET</i> Merupakan sisi yang berpotensi untuk menampilkan fasad yang menarik	Sesuai untuk menampilkan konsep <i>water spray envelope</i>
	SELATAN	<i>ASSET</i> Merupakan sisi yang berpotensi untuk menampilkan fasad yang menarik	Sesuai untuk menampilkan konsep <i>water spray envelope</i>
	TIMUR	- Sisi yang kurang terlihat (area belakang jalan utama)	Perlu dikaji dari analisa lainnya
	BARAT	<i>ASSET</i> Merupakan sisi terbaik untuk menampilkan fasad yang menarik	Sesuai untuk menampilkan konsep <i>water spray envelope</i>
KELUAR LAHAN	UTARA	<i>ASSET</i> Merupakan view ke arah pemukiman & area komersial	Orientasi bangunan boleh menghadap arah utara
	SELATAN	<i>CONSTRAINT</i> Perlu dihindari. View menghadap bangunan Plaza Telkom	Tidak membuat bukaan kearah selatan
	TIMUR	<i>ASSET</i> Merupakan view ke arah pemukiman & kampus ITS, cenderung tenang	Orientasi bangunan boleh menghadap arah timur
	BARAT	<i>ASSET</i> Merupakan view ke arah pemukiman & area komersial	Orientasi bangunan boleh menghadap arah barat

4.2.5 Vegetasi Eksisting pada Lahan

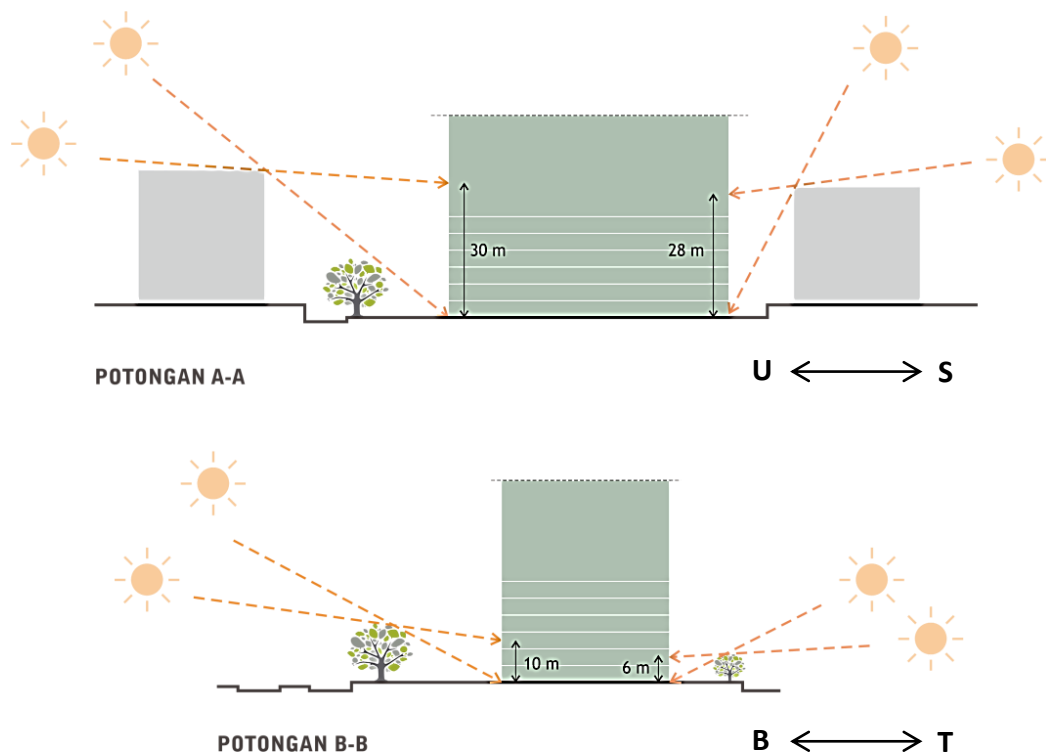
Analisa vegetasi eksisting merupakan tahap pengamatan atau observasi. Tujuan analisa vegetasi eksisting yaitu untuk melihat pembayangan vegetasi yang jatuh kedalam lahan atau bangunan. Posisi pembayangan vegetasi akan mempengaruhi konsep *water spray envelope*. Sisi bangunan lebih baik terhindar dari pembayangan vegetasi agar kinerja *water spray envelope* lebih optimal.

Vegetasi eksisting pada lahan berada pada sekeliling lahan (kecuali sisi selatan). Pada sisi barat lahan (sisi depan) terdapat pohon trembesi dan pohon angkana (pada bagian berm). Pohon trembesi dan pohon angkana berfungsi sebagai peneduh jalan raya. Ukuran pohon trembesi dan pohon angkana cukup besar. Mempunyai diameter batang sekitar 40-80 cm dengan tinggi sekitar 12 meter. Pada sisi utara lahan terdapat pohon trembesi dengan ukuran yang kurang lebih sama. Jarak antar pohon kurang lebih 10 meter. Sedangkan pada sisi timur tapak terdapat pohon bintaro dengan diameter batang antara 20-30 cm dan tinggi sekitar 6 meter. Pada area tengah lahan terdapat semak-semak belukar dan tanaman-tanaman liar yang rimbun.



Gambar 4.12 Vegetasi eksisting pada area sekitar lahan perancangan

Vegetasi pada sisi Timur-Barat lahan mempunyai pengaruh pembayangan terhadap bangunan. Namun pada sisi Utara-Selatan vegetasi tidak mempunyai pengaruh pembayangan terhadap lahan.



Gambar 4.13 Pembayangan pada lahan oleh vegetasi eksisting

Sisi Utara-Selatan pembayangan vegetasi tertutupi oleh bangunan sekitar sehingga justru bangunan sekitar memberikan pembayangan terhadap bangunan. Pada sisi Timur-Barat pembayangan vegetasi terhadap bangunan terjadi pada waktu pagi dan sore hari dimana sudut datang matahari pada sudut rendah dan kondisinya tidak terlalu panas.

Hasil dari analisa vegetasi eksisting yaitu bahwa vegetasi yang ada membayangi permukaan bangunan pada sisi Timur-Barat yaitu sampai ketinggian 6-10m (gambar 4.13). Hal ini berarti bahwa penerapan konsep *water spray envelope* pada sisi tersebut dapat diaplikasikan mulai ketinggian 10 meter keatas. Sedangkan pada sisi Utara-Selatan konsep *water spray envelope* efektif diaplikasikan pada ketinggian diatas 28 m. Vegetasi eksisting merupakan batasan (*constraint*) yang mempunyai pengaruh terhadap keputusan rancang. Namun pengaruhnya tidak cukup kuat dikarenakan ketinggian vegetasi eksisting yang hanya 12m dan tidak cukup mempengaruhi pembayangan pada permukaan bangunan yang lebih tinggi.

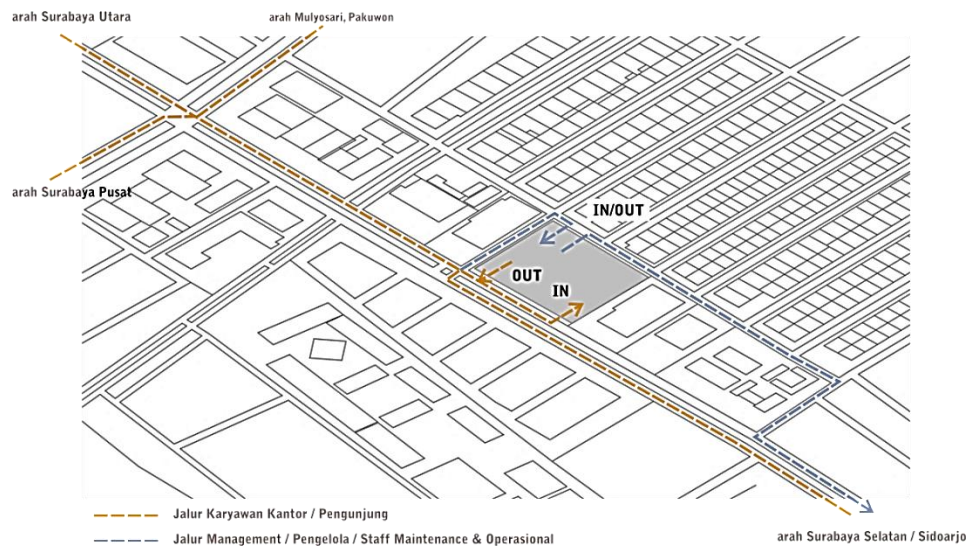
Tabel 4.2 Hasil Analisa Vegetasi Eksisting pada Lahan

ZONA/SISI	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
UTARA	<i>CONSTRAINT</i> Pembayangan vegetasi tertutupi oleh pembayangan bangunan sekitar	Cukup mempengaruhi penerapan <i>water spray envelope</i>
SELATAN	<i>CONSTRAINT</i> Pembayangan vegetasi tertutupi oleh pembayangan bangunan sekitar	Cukup mempengaruhi penerapan <i>water spray envelope</i>
TIMUR	<i>CONSTRAINT</i> Pembayangan vegetasi ke bangunan cukup rendah	Tidak cukup mempengaruhi penerapan <i>water spray envelope</i> dikarenakan pembayangan rendah
BARAT	<i>CONSTRAINT</i> Pembayangan vegetasi ke bangunan cukup rendah	Tidak cukup mempengaruhi penerapan <i>water spray envelope</i> dikarenakan pembayangan rendah

4.2.6 Kepadatan Lalu Lintas, Aksesibilitas, & Kecepatan Kendaraan pada Lahan

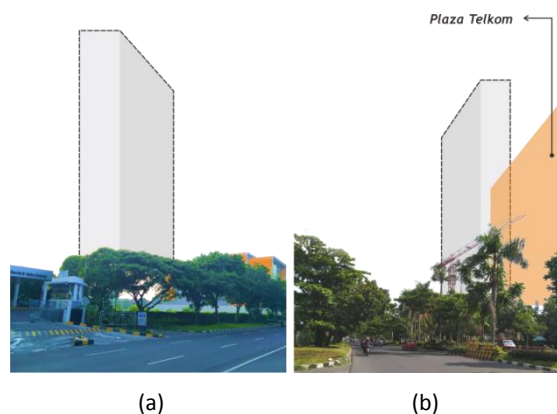
Analisa kepadatan lalu lintas, aksesibilitas & kecepatan kendaraan merupakan tahap pengamatan atau observasi. Tujuan analisa kepadatan lalu lintas & aksesibilitas adalah untuk mengetahui potensi yang memungkinkan untuk entrance pada lahan. Sedangkan analisa kecepatan kendaraan bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengendara dapat mengamati dengan baik fasad dari gedung kantor yang akan ditonjolkan. Hal ini berguna sebagai pertimbangan keputusan rancang yang akan diambil ditahap berikutnya.

Kepadatan lalu lintas di Jl. Dr. Ir. H. Soekarno yang merupakan jalan arteri primer yaitu ribuan kendaraan melintas setiap jamnya. Pada kondisi tertentu, peningkatan volume kendaraan mencapai puncaknya khususnya pada pukul 06.00-09.00 dan pukul 16.00-19.00 (data observasi). Posisi lahan yang terletak kurang lebih 250 meter setelah *traffic light* Kertajaya juga akan terkena kepadatan pada jam-jam sibuk tersebut. Pada area depan lahan, terdapat *U-turn* yang merupakan faktor yang dapat memperlambat kecepatan kendaraan dan berpotensi menimbulkan penumpukan kendaraan. Oleh karena itu, perletakan pintu masuk (*entrance*) dan pintu keluar pada tapak perlu memperhatikan hal tersebut.



Gambar 4.14 Rencana akses menuju lahan dengan mempertimbangkan kepadatan lalu lintas sekitar lahan

Akses menuju lahan direncanakan akan dipisah menjadi dua akses. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan agar tidak terjadi penumpukan jumlah kendaraan pada pintu masuk khususnya pada jam masuk perkantoran. Akses pengguna perkantoran yang meliputi pekerja perkantoran dan tamu dapat melewati *entrance* pada area depan bangunan (Jl. DR. Ir. H. Soekarno). Sedangkan untuk manajemen/pengelola perkantoran dan petugas *maintenance* bangunan melewati *entrance* pada area belakang bangunan (Jl. Manyar Kerta Adi). Akses keluar lahan juga dipisah seperti akses masuk ke lahan. Hal ini dirasa perlu agar pada waktu jam pulang perkantoran, intensitas kendaraan yang keluar bangunan dapat dibagi dari dua sisi bangunan dan mengurangi kepadatan pada sisi depan area lahan (Jl. Dr. Ir. H. Soekarno).



Gambar 4.15 Pengendara berpotensi lebih jelas melihat bangunan dari sisi utara daripada dari sisi selatan. (a) sisi utara, (b) sisi selatan

Kecepatan kendaraan yang memungkinkan pada koridor lahan antara 40-80 km/jam. Pengendara cenderung menambah kecepatan dari arah utara (setelah *traffic light* MERR-Kertajaya) dan cenderung melambat ketika mendekati *traffic light*. Posisi lahan yang tidak seberapa jauh dari *traffic light* sangat mudah terlihat oleh pengendara. Sisi Utara-Barat-Selatan bangunan sangat berpotensi dieksplorasi untuk menjadi suatu yang menarik (*eye catching*) bagi pengendara. Tentunya dengan menampilkan konsep atau detail *water spray envelope*.



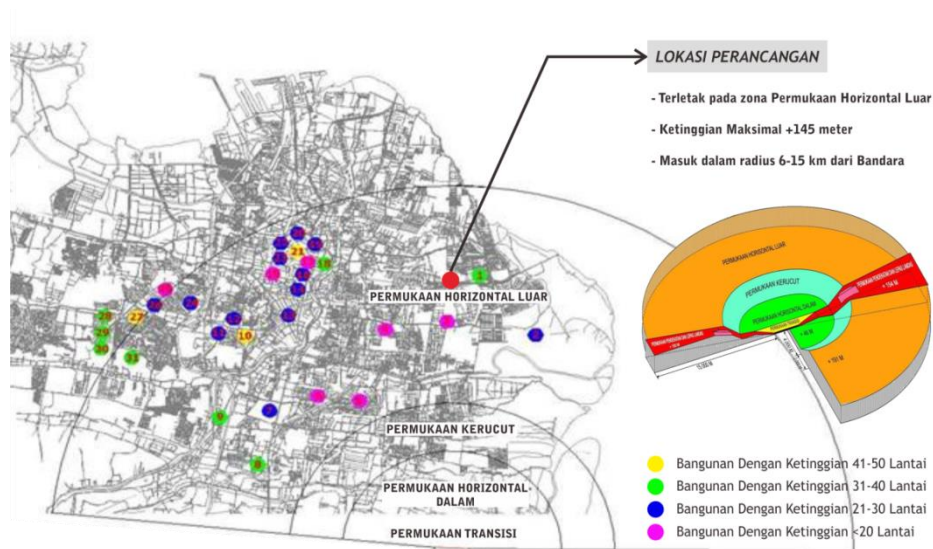
Gambar 4.16 Potensi view kedalam lahan berdasarkan pengamatan pengendara kendaraan

Tabel 4.3 Hasil Analisa Pengamatan Kendaraan terhadap Lahan

VIEW	ARAH	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
KEDALAM LAHAN	UTARA	ASSET Bangunan sebelah utara lahan cenderung agak kebelakang dari jalan raya dan menguntungkan visual kearah lahan	Bangunan sisi Utara-Barat mempunyai visual yang baik sehingga sisi ini cocok dengan elemen/bentuk yang ingin ditonjolkan

	SELATAN	CONSTRAINT Bangunan sebelah selatan lahan yakni Plaza Telkom dan Hartono Elektronik cenderung lebih maju kearah jalan sehingga menutupi visual pengendara dari arah selatan	Bangunan perlu lebih maju kearah jalan raya pada sisi selatan untuk mendapatkan perhatian/respon visual dari pengendara
--	---------	---	---

4.2.7 Analisa KKOP (Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan) terhadap Lahan



Gambar 4.17 Beberapa bangunan bertingkat tinggi di Surabaya terhadap zona KKOP

Analisa KKOP (Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan) merupakan tahapan dalam pencarian data yang berupa aturan-aturan dari pemerintah. Tujuan analisa KKOP adalah untuk mengetahui ketinggian maksimal bangunan yang diperbolehkan dalam kawasan tertentu. Berhubungan dengan topik yang diangkat, konsep *water spray envelope* lebih optimal pada bangunan yang semakin tinggi. Semakin tinggi bangunan dan semakin sering terpapar radiasi matahari maka semakin optimal. Namun tetap mempertimbangkan aturan ketinggian bangunan yang ditetapkan.

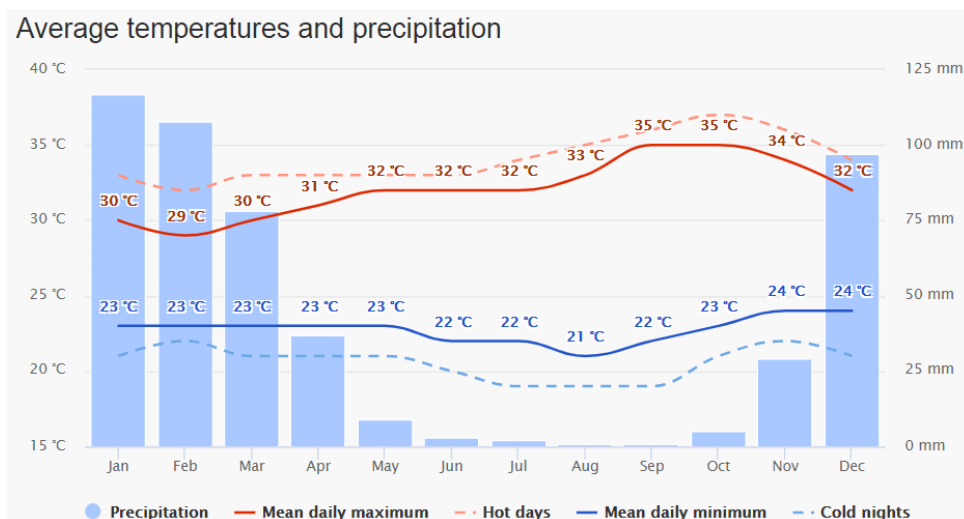
Lokasi lahan tergolong berdekatan dengan area penerbangan (Bandara Juanda Surabaya) maka peraturan tentang KKOP sangat perlu diperhatikan. Lahan terletak pada zona permukaan horizontal luar (radius 6 sampai 15 kilometer,

gambar 4.17) dimana menurut keputusan Kementerian Perhubungan No 5 th 2004 tentang KKOP sekitar Bandara Juanda Surabaya bahwa zona tersebut maksimal pada ketinggian +145 meter.

Perlu menjadi perhatian bahwa ketinggian +145 meter menjadi batasan (*constraint*) pada perancangan gedung kantor ini. Jika diasumsikan tinggi tiap lantai (*floor to floor*) bangunan perkantoran yang akan dirancang adalah 4 meter, maka maksimal jumlah lantai yang diperbolehkan menurut KKOP yaitu 36 lantai. Bangunan gedung kantor hemat energi ini diupayakan agar tidak melebihi peraturan yang telah ditetapkan.

4.2.8 Iklim, Jalur Matahari, & Angin pada Lahan

Analisa iklim, jalur matahari & angin pada lahan merupakan tahapan dalam pencarian data. Data dihimpun dari berbagai sumber relevan dan juga didapat melalui software iklim berbasis *online*. Tujuan pada analisa ini yaitu untuk mengetahui waktu terpanas pada lahan, arah radiasi matahari pada lahan, arah & kecepatan angin pada lahan, dan lain sebagainya. Panas radiasi matahari yang merupakan *force* diteliti lebih detail terkait *asset* dan *constraint* yang nantinya diterjemahkan menjadi peluang-peluang yang memungkinkan untuk dielaborasi dengan konsep *water spray envelope*.

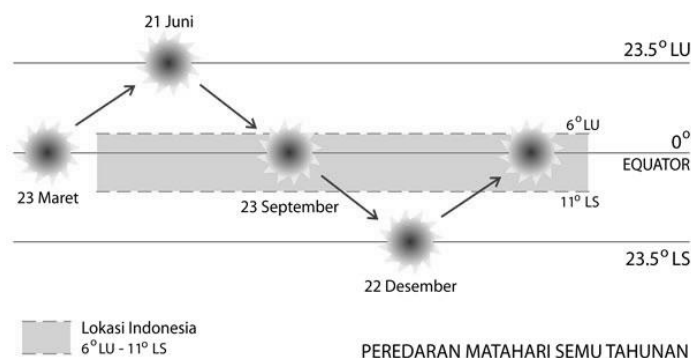


Gambar 4.18 Rata-rata suhu dan curah hujan kota Surabaya, suhu tertinggi 35 °C (sumber : Meteoblue.com)

Kota Surabaya memiliki iklim tropis yang terdiri dari dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan musim kemarau. Tercatat bahwa kelembaban udara rata-rata berkisar 68% hingga 84% dengan tekanan 1010,4 Mbs hingga 1011,6 Mbs. Temperatur rata-rata berkisar antara 27,8°C hingga 30,5°C dan durasi sinar matahari antara 36% hingga 89%. Curah hujan tertinggi di Surabaya terjadi di bulan Februari. Rata-rata hujan setiap bulan adalah 248 mm. Curah hujan lebih dari 500 mm terjadi pada bulan Februari dan Oktober (sumber : bmkgo.go.id).

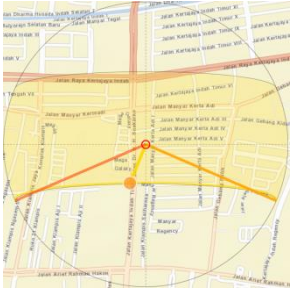
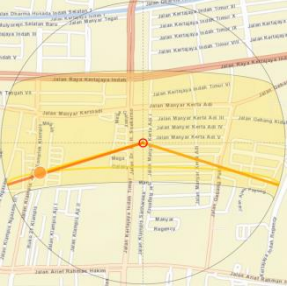
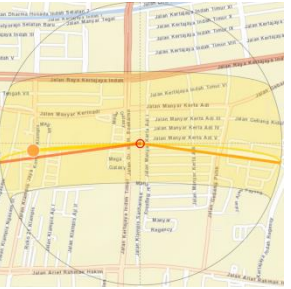
Panas radiasi matahari merupakan *force* atau faktor eksternal dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini. Force dapat diterjemahkan menjadi *asset* maupun *constraint*. Pengamatan jalur matahari akan mempengaruhi bagaimana rancangan merespon arah panas radiasi matahari yang berpengaruh terhadap konsumsi energi bangunan perkantoran. Lokasi lahan (Surabaya) terletak pada sisi selatan garis khatulistiwa yang berarti lahan akan mendapatkan radiasi matahari lebih banyak dari arah utara. Pada saat matahari berada di sisi utara, terjadi musim kemarau dimana jumlah sinar matahari lebih banyak dibandingkan pada musim hujan.

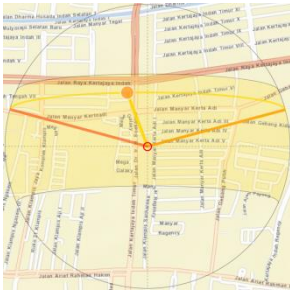
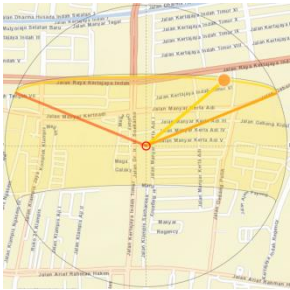
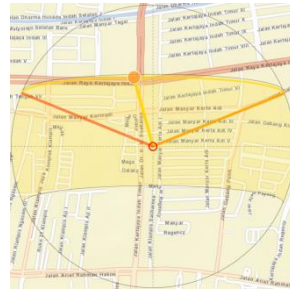
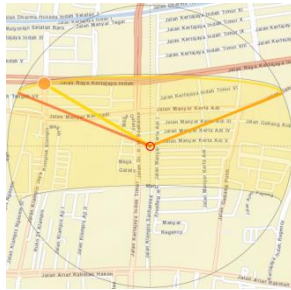
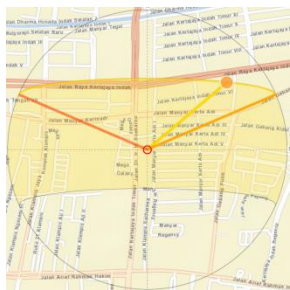
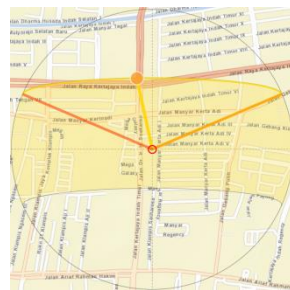
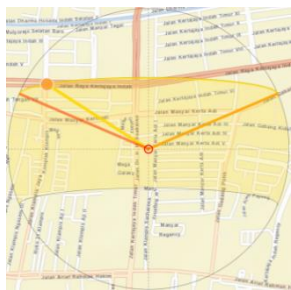
Untuk mengetahui lebih detail terhadap arah datang radiasi matahari, dilakukan pengamatan atau observasi jalur matahari (*sunpath*) terhadap lokasi perancangan. Pengamatan dilakukan pada pukul 09.00, 12.00, 15.00 (tabel 4.4) dimana pada jam tersebut intensitas radiasi matahari ke gedung kantor cukup besar.

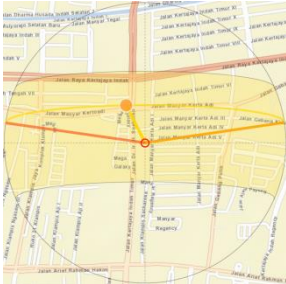
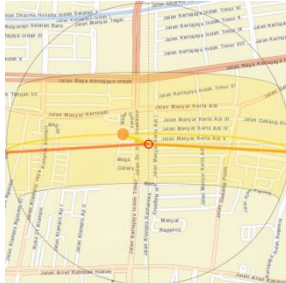
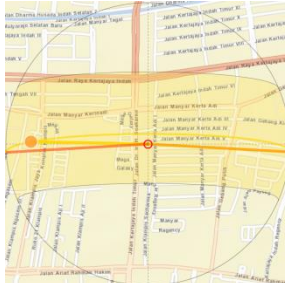
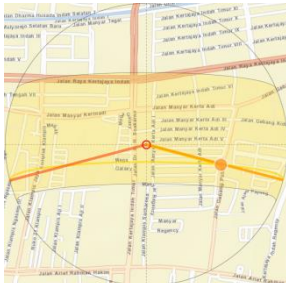
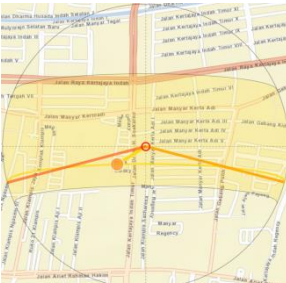
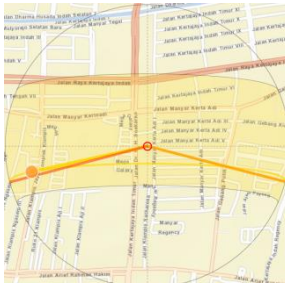
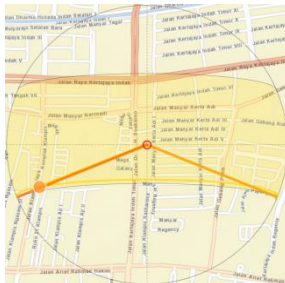


Gambar 4.19 Jalur peredaran matahari semu tahunan wilayah Indonesia

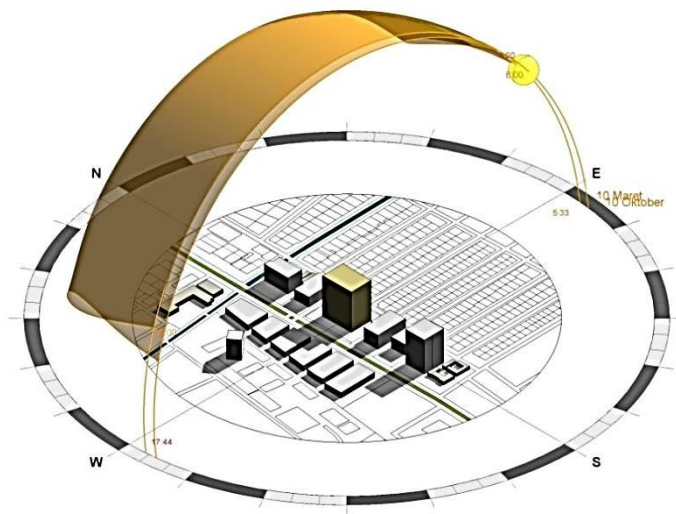
Tabel 4.4 Pengamatan Jalur Peredaran Matahari pada Lokasi dengan *Suncalc*.

Januari		
09.00	12.00	15.00
		
Februari		
09.00	12.00	15.00
		
Maret		
09.00	12.00	15.00
		
April		
09.00	12.00	15.00
		

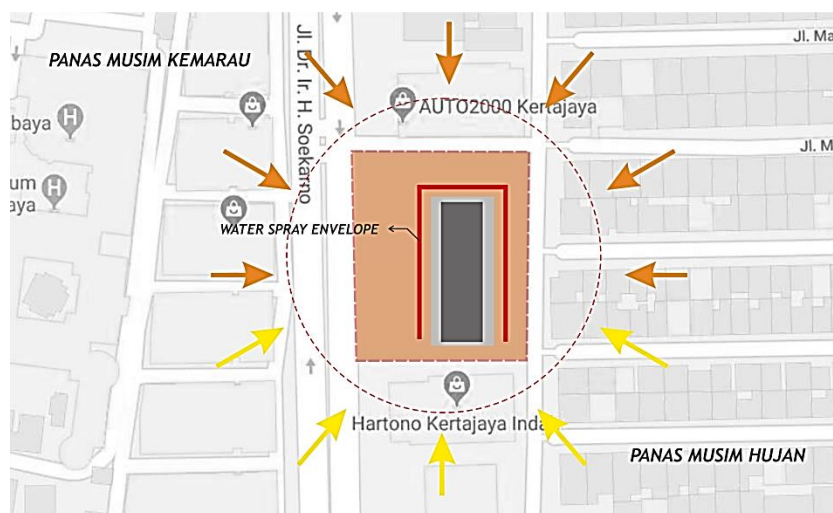
Mei		
09.00	12.00	15.00
		
Juni		
09.00	12.00	15.00
		
Juli		
09.00	12.00	15.00
		
Agustus		
09.00	12.00	15.00
		

September		
09.00	12.00	15.00
		
Oktober		
09.00	12.00	15.00
		
November		
09.00	12.00	15.00
		
Desember		
09.00	12.00	15.00
		

Dengan metode *Suncalc* (tabel 4.4), didapatkan bahwa sinar radiasi berada pada bagian utara bangunan pada sekitar bulan Maret hingga Oktober. Hal tersebut berarti bahwa matahari berada dibagian utara selama sekitar tujuh bulan dan berada dibagian selatan sekitar lima bulan. Dengan demikian maka bangunan akan mendapatkan paparan radiasi pada sisi Timur-Barat sepanjang tahun, sisi Utara selama tujuh bulan, dan sisi Selatan selama lima bulan. Selain dengan metode *Suncalc*, pengamatan tapak terhadap jalur matahari juga dilakukan dengan *Sunpath* pada *Revit Architecture* (gambar 4.20)



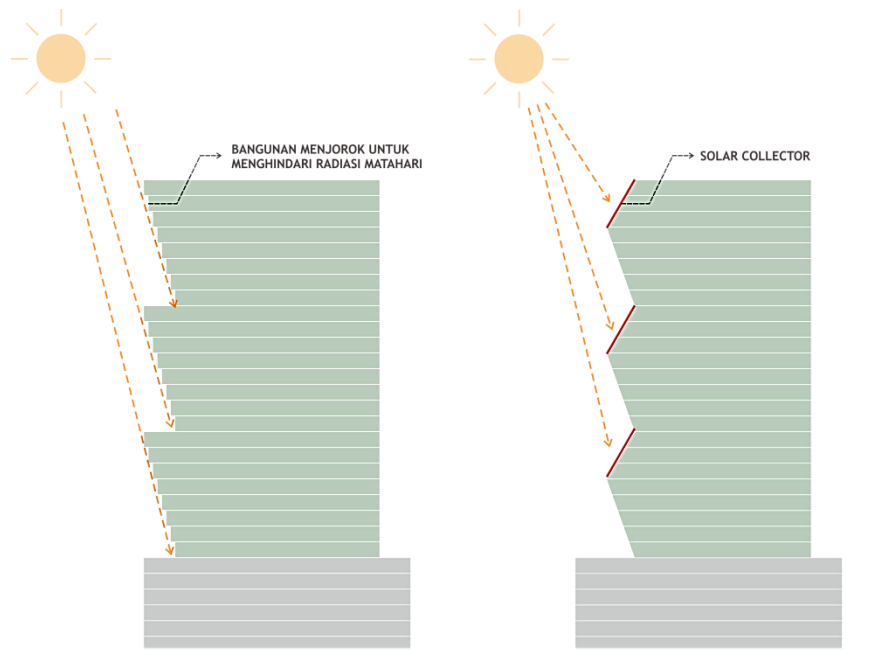
Gambar 4.20 Simulasi arah sinar matahari pada saat matahari berada disebelah utara lahan (10 Maret-10 Oktober) menggunakan Revit Architecture



Gambar 4.21 Sisi yang memperoleh panas berlebih akan menerapkan konsep *water spray envelope* pada permukaan bangunan

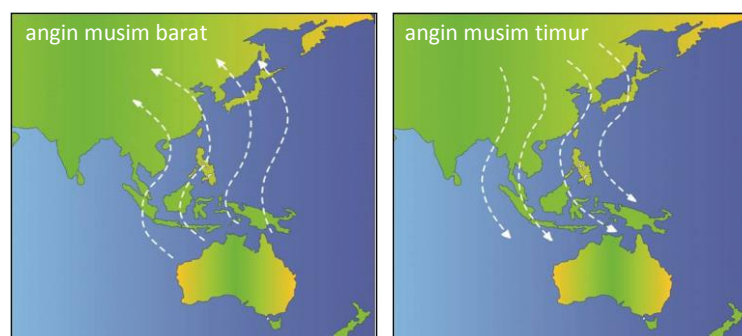
Tabel 4.5 Hasil Analisa Pengamatan Jalur Matahari terhadap Lahan

ZONA/SISI	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
UTARA	<i>ASSET</i> Dapat dirancang sebagai <i>solar collector</i> <i>CONSTRAINT</i> Paparan matahari lebih lama daripada sisi selatan	Sisi utara berpotensi sebagai <i>solar collector</i> namun juga perlu pertimbangan bentuk untuk menghindari panas radiasi matahari Penerapan <i>water spray envelope</i> sangat diperlukan
SELATAN	<i>CONSTRAINT</i> Paparan matahari selama 5 bulan	Pada sisi selatan untuk mengurangi panas radiasi cukup dengan membuat balkon sebagai pembayangan
TIMUR	<i>ASSET</i> Dapat dirancang sebagai <i>solar collector</i> <i>CONSTRAINT</i> Paparan matahari sepanjang tahun	Sisi timur berpotensi sebagai <i>solar collector</i> namun juga perlu pertimbangan bentuk untuk menghindari panas radiasi matahari Penerapan <i>water spray envelope</i> sangat diperlukan
BARAT	<i>ASSET</i> Dapat dirancang sebagai <i>solar collector</i> <i>CONSTRAINT</i> Paparan matahari sepanjang tahun	Sisi barat berpotensi sebagai <i>solar collector</i> namun juga perlu pertimbangan bentuk untuk menghindari panas radiasi matahari Penerapan <i>water spray envelope</i> sangat diperlukan



Gambar 4.22 Bentuk bangunan yang merespon *force* (*asset* ataupun *constraint*) panas radiasi matahari

Selain pergerakan jalur matahari, pergerakan angin juga perlu dianalisa pada tahap ini. Pada saat musim kemarau, angin pada tapak bergerak ke arah barat. Hal ini disebabkan adanya angin musim barat dimana angin bergerak dari timur ke barat (dari benua Australia ke Asia). Sedangkan pada saat musim hujan, angin bergerak dari barat ke timur dimana terjadi angin musim timur (dari benua Asia ke Australia). Pergerakan angin berkaitan erat dengan pergerakan matahari. Angin bergerak dari tekanan maksimum menuju tekanan minimum. Dihimpun dari *windfinder.com* (stasiun meteorologi Juanda Surabaya), angin berhembus ke arah barat pada bulan April hingga November (musim kemarau). Sedangkan angin berhembus ke arah timur pada bulan Desember-Maret (musim hujan) (gambar 4.23).



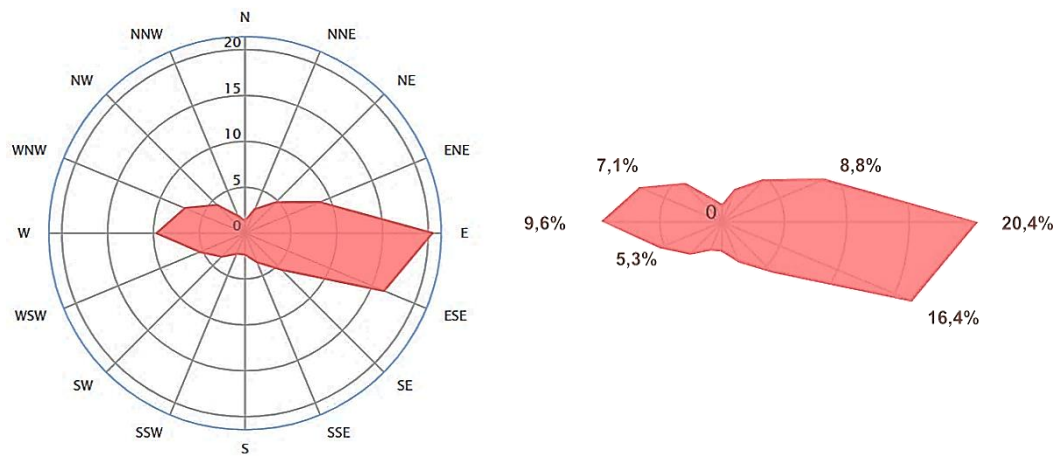
Gambar 4.23 Pergerakan angin musim barat (kemarau) dan angin musim timur (hujan) wilayah Indonesia

Tabel 4.6 Data Statistik Pergerakan Angin Stasiun BMKG Juanda Surabaya (10 tahun terakhir)

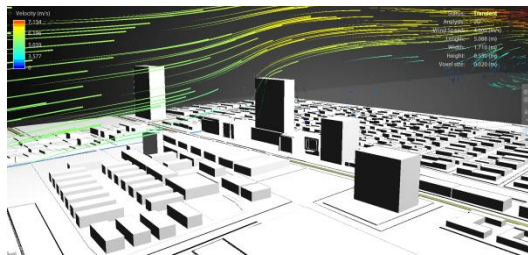
BULAN	ARAH ANGIN	KEC. RATA-RATA	TEMPERATUR
Januari	➤	9 (knot) / 4,5 m/s	28 °C
Februari	➤	8 (knot) / 4 m/s	28 °C
Maret	➤	7 (knot) / 3,5 m/s	29 °C
April	➤	6 (knot) / 3 m/s	29 °C
Mei	➤	7 (knot) / 3,5 m/s	29 °C
Juni	➤	7 (knot) / 3,5 m/s	29 °C
Juli	➤	8 (knot) / 4 m/s	28 °C
Agustus	➤	9 (knot) / 4,5 m/s	28 °C
September	➤	9 (knot) / 4,5 m/s	29 °C
Oktober	➤	9 (knot) / 4,5 m/s	30 °C
Nopember	➤	7 (knot) / 3,5 m/s	30 °C
Desember	➤	7 (knot) / 3,5 m/s	29 °C

Sumber : www.windfinder.com

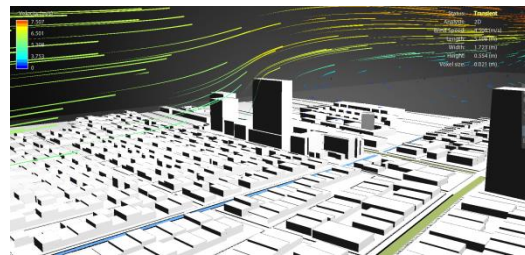
Wind direction distribution in %



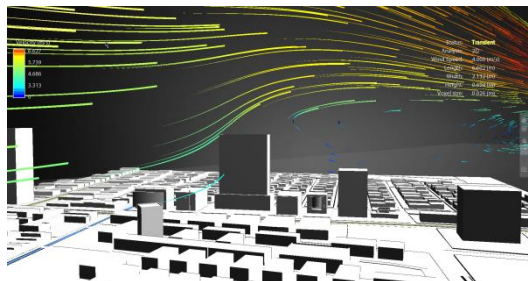
Gambar 4.24 Windrose lahan perancangan (sumber : www.windfinder.com)



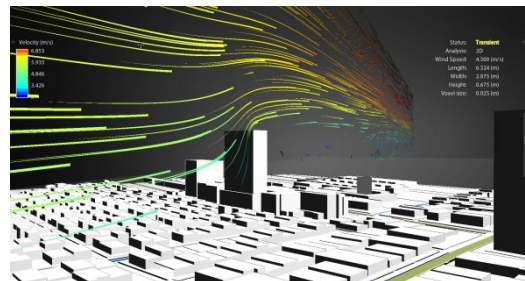
Arah Barat. kecepatan = 4 m/s, 9,6% per tahun



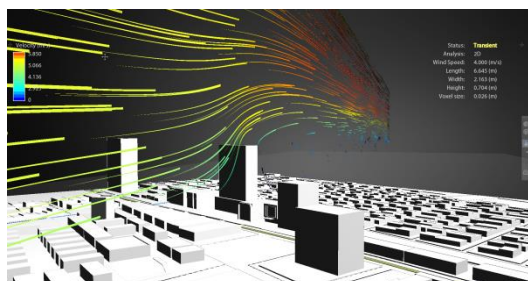
Arah Timur. kecepatan = 4,5 m/s, 20,4% per tahun



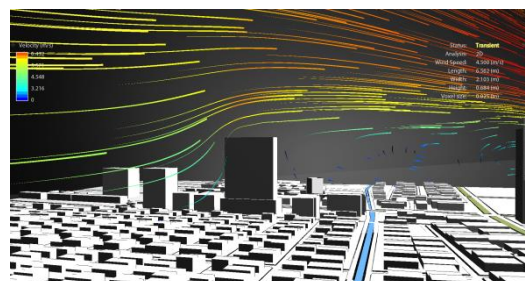
Arah Barat Laut. kecepatan = 4 m/s, 7,1% per tahun



Arah Timur Laut. kecepatan = 4,5 m/s, 8,8% per tahun

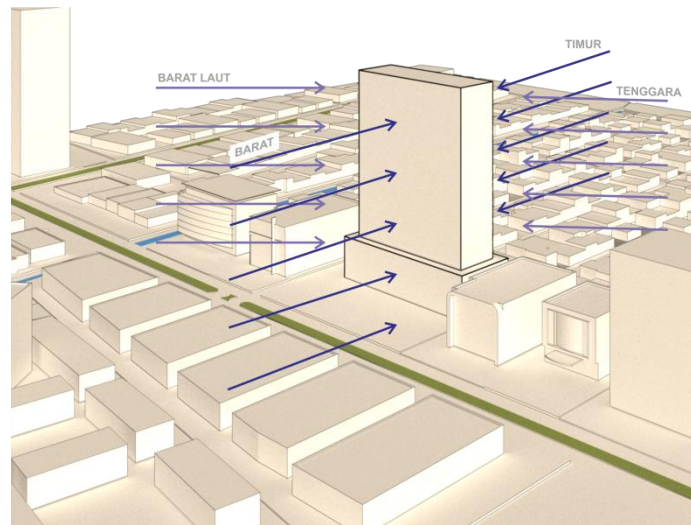


Arah Barat Daya. kecepatan = 4 m/s, 5,3% per tahun

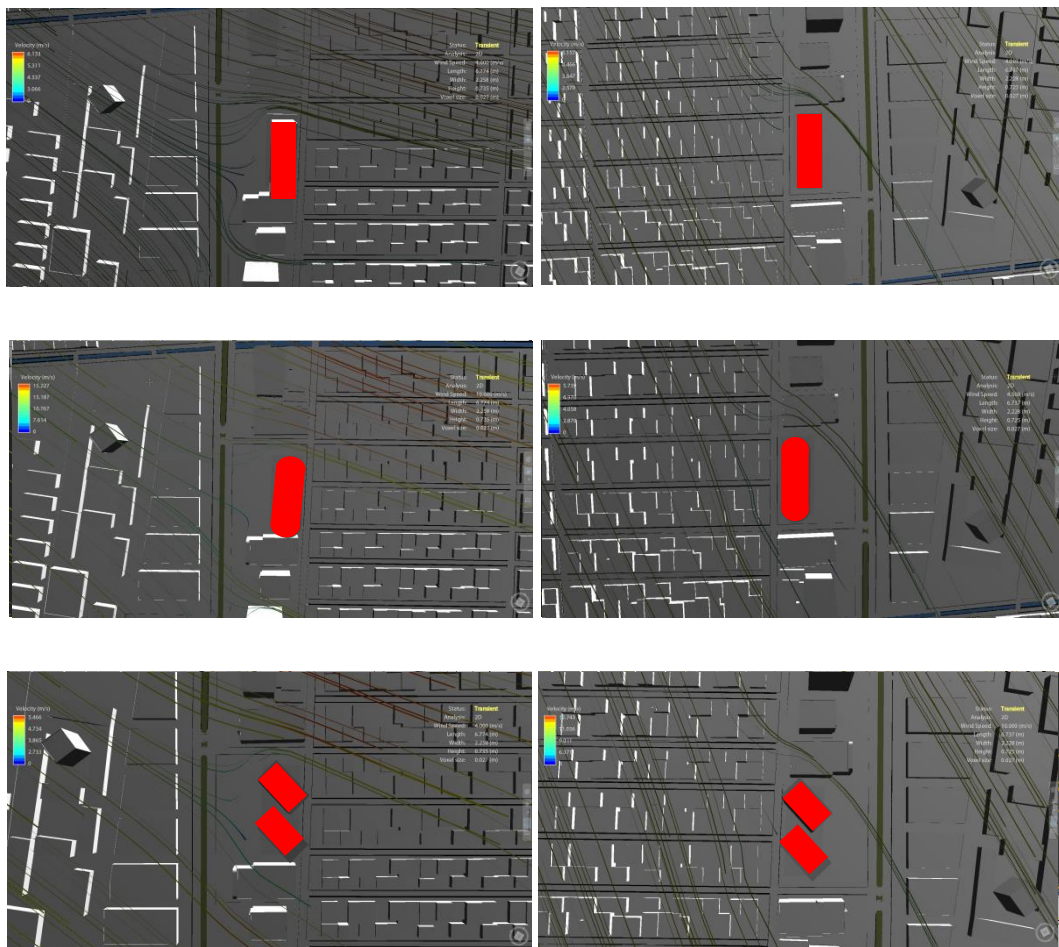


Arah Tenggara. kecepatan = 4,5 m/s, 16,4% per tahun

Gambar 4.25 Simulasi aliran udara (angin) pada lokasi lahan dengan Autodesk Flow Design



Gambar 4.26 Arah angin pada lahan berpotensi datang dari sisi Barat, Barat Laut, Timur dan Tenggara



Gambar 4.27 Analisa aliran angin (dari arah barat laut & tenggara) pada lahan dengan berbagai bentuk massa

Berdasarkan simulasi aliran angin dengan *Autodesk Flow Design*, laju angin akan semakin cepat dan meningkat pada permukaan bangunan yang lebih tinggi (gambar 4.25). Hal ini merupakan sesuatu yang positif untuk menerapkan konsep *water spray* pada permukaan bangunan tinggi.

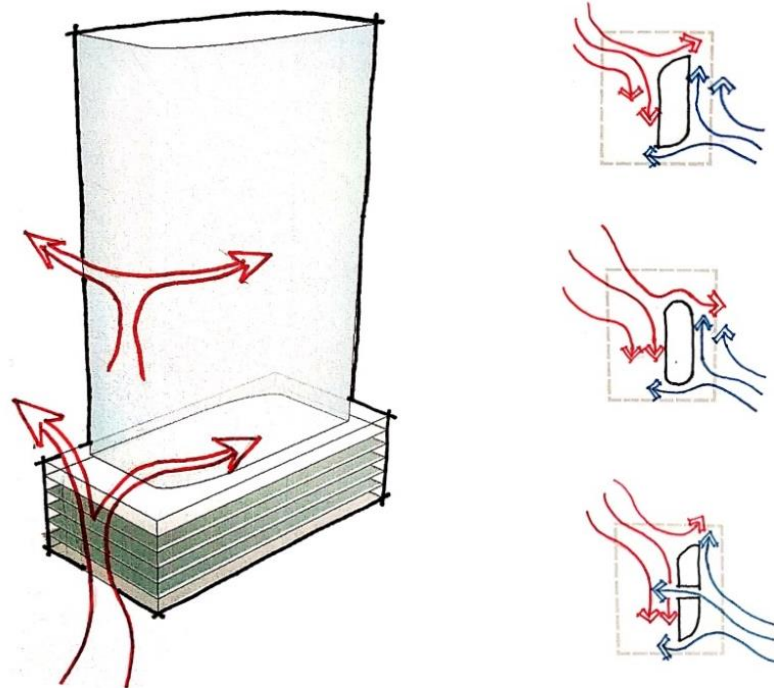
Berdasarkan bentuk bangunan terhadap angin, bentukan silinder atau bentukan dinamis lebih menguntungkan meneruskan laju angin pada bangunan (sesuai kajian pustaka). Hal ini diperlukan mengingat sisi utara dan selatan terhalang oleh bangunan.

Bentuk bangunan yang membantu pergerakan angin adalah bentuk yang dinamis atau *smooth* (mirip dengan bentukan *circular tower*). Pada sisi yang dirancang *smooth*, aliran angin akan terus melaju dan akan menguntungkan permukaan bangunan yang berhadapan dengan elemen *water spray envelope*. Bentuk yang *smooth* juga akan memperbesar aliran atau laju angin. Semakin besar laju angin tentunya semakin baik untuk membantu mendorong persebaran air yang diarahkan pada permukaan bangunan.

Tabel 4.7 Hasil Analisa Angin terhadap Lahan

ZONA/SISI	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
UTARA	<i>CONSTRAINT</i> Laju angin dari arah utara terhalang oleh bangunan sekitar	Penerimaan udara/angin dari utara kurang. Distribusi angin yang kurang dan terhalang bangunan sekitar
SELATAN	<i>CONSTRAINT</i> Laju angin dari arah selatan terhalang oleh bangunan sekitar	Penerimaan udara/angin dari selatan kurang. Distribusi angin yang kurang dan terhalang bangunan sekitar
TIMUR	<i>ASSET</i> Laju angin cenderung dapat dialirkan menuju tower bangunan. Baik angin dari atas maupun dari bawah (<i>Tower Podium</i>) Sisi timur berpeluang menerapkan konsep <i>water spray envelope</i> .	Penerimaan udara/angin dari timur sangatlah tinggi. Distribusi angin yang besar dan tidak ada halangan dari sisi timur menguntungkan /mendukung penerapan <i>water spray envelope</i>
BARAT	<i>ASSET</i> Laju angin cenderung dapat dialirkan menuju tower bangunan. Baik angin dari atas maupun dari bawah (<i>Tower Podium</i>)	Penerimaan udara/angin dari barat cukup tinggi. Distribusi angin yang besar sisi barat menguntungkan /mendukung penerapan <i>water spray envelope</i>

	Sisi barat berpeluang menerapkan konsep <i>water spray envelope</i> .	
--	---	--

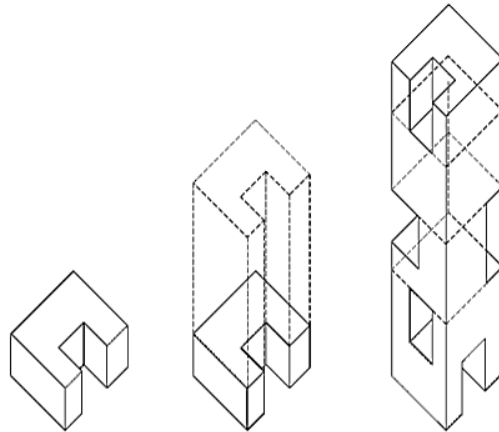


Gambar 4.28 Sudut bangunan dirancang *smooth* untuk meneruskan laju aliran angin ke permukaan bangunan baik dari sisi timur maupun barat

4.3 Analisa Budaya (*Culture*)

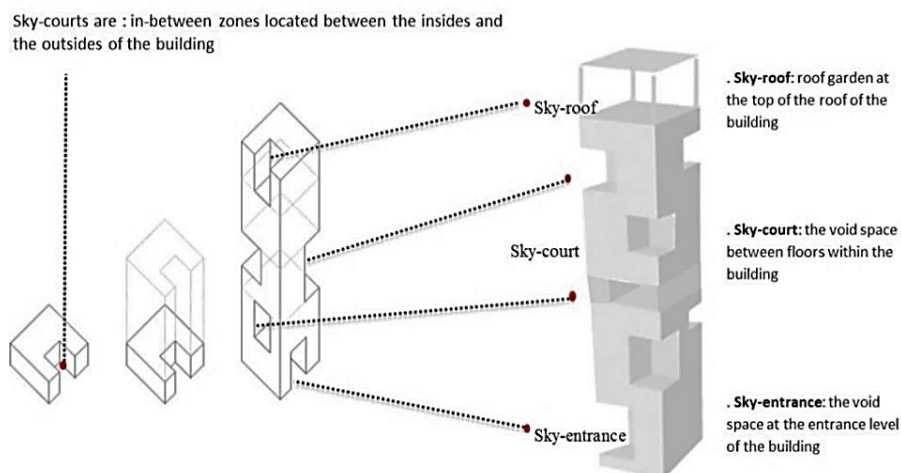
4.3.1 Ruang Interaksi (*Skycourt*)

Pada gedung kantor yang merupakan tempat untuk bekerja berupaya mewadahi kegiatan bersosial antar pengguna kantor sewa. Sebagai makhluk sosial yang dikodratkan untuk bermasyarakat dan berinteraksi satu sama lain diartikan bahwa manusia selalu membutuhkan orang lain. Interaksi sosial secara langsung merupakan salah satu cara untuk membuat manusia saling terkoneksi satu sama lain (Puspita, 2017). Interaksi sosial merupakan kebiasaan atau budaya yang diperlukan meskipun dalam area perkantoran. Ruang interaksi sosial dalam gedung kantor justru akan mempunyai keuntungan dan menjadi nilai tambah (*added value*). Hal tersebut dapat menjadi potensi (*asset*) dalam gedung kantor ini.



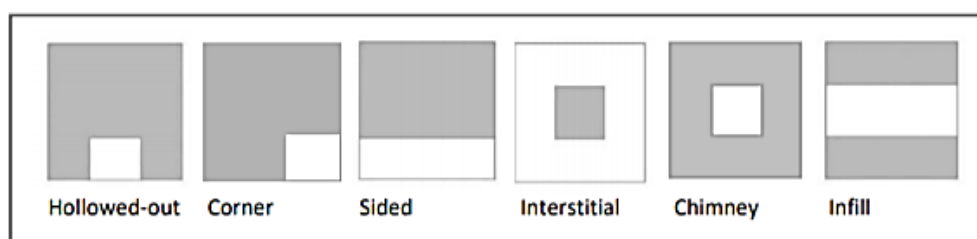
Gambar 4.29 Transformasi *skycourt* yang merupakan perkembangan dari *courtyard* (Pomeroy, 2014)

Atrium atau *courtyard*, sebagai ruang bersosialisasi yang bersifat informal ditransformasikan menjadi sebuah *skycourt* pada bangunan bertingkat tinggi. *Skycourt* pada bangunan bertingkat tinggi yang merupakan pengembangan ide dari atrium dan *courtyard* juga berfungsi sebagai ventilasi dan pencahayaan. Selain itu, *skycourt* dapat dianggap sebagai teknik *passive cooling* karena efek dari penghijauan yang bermanfaat secara termal diberbagai iklim (baik panas atau dingin) (Alnusairat, 2018). Dilihat dari kebutuhan pengguna bangunan, *skycourt* dapat meningkatkan level interaksi antar pengguna bangunan (Pomeroy, 2014). *Skycourt* merupakan potensi atau asset yang perlu diterapkan pada perancangan gedung kantor ini dan sesuai dengan kriteria rancang tentang desain pasif (*passive design*).



Gambar 4.30 *Skycourt* sebagai aliran angin dan pencahayaan, juga sebagai *passive cooling* (Pomeroy, 2014)

Pada perancangan gedung kantor hemat energi ini, *skycourt* yang merupakan *asset* dirancang pada beberapa lantai di area zona privat (area kantor sewa). *Skycourt*, balkon dan atrium yang merupakan ruang terbuka ataupun ruang transisi berfungsi sebagai aliran angin pada ruang-ruang dalam bangunan (Yeang, 1994). Selain untuk *passive cooling*, *skycourt* pada perancangan gedung kantor ini dapat difungsikan sebagai ruang interaksi dan relaksasi pengguna kantor.



Gambar 4.31 Konfigurasi layout skycourt pada bangunan (Pomeroy, 2014)

Skycourt terletak pada ruang atau void pada lantai bangunan tinggi. Ruang untuk *skycourt* berkisar setinggi 2 lantai bangunan atau lebih dan dapat terhubung dengan dinding terbuka maupun tertutup. Konfigurasi skycourt antara lain, (i) *hollowed-out*, (ii) *corner*, (iii) *sided*, (iv) *interstitial*, (v) *chimney*, dan (vi) *infill*.

Menurut Kheir (2015), *skycourt* atau *skygarden* dirancang bergantung sesuai orientasi matahari dan penerapan vegetasi yang relevan. Pada sisi barat, vegetasi harus tahan terhadap panas matahari sedangkan pada sisi selatan, vegetasi cukup dengan kondisi yang lebih hangat. Pada gedung kantor hemat energi ini, sisi Timur-Barat merupakan sisi terpanas yang mendapatkan radiasi matahari sepanjang tahun sehingga penerapan *skycourt* pada sisi Timur-Barat akan efektif. Sisi Timur-Barat merupakan potensi (*asset*) penerapan *skycourt* pada perancangan ini.

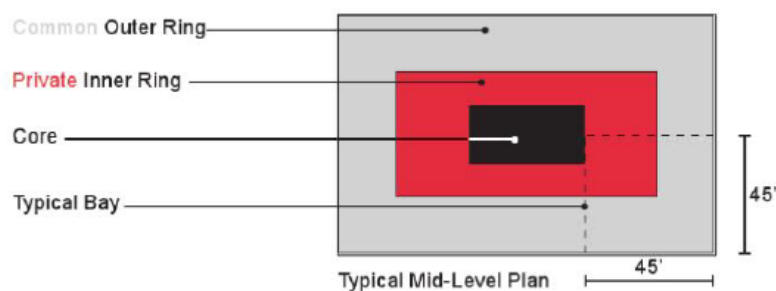
Tabel 4.8 Hasil Analisa Perletakan *Skycourt* pada Bangunan

ZONA/SISI	ASSET atau CONSTRAINT	ANALISA
UTARA	ASSET Perletakan pada sisi utara cukup diperlukan mengingat sisi utara menerima panas matahari selama 7 bulan	Penerapan <i>skycourt</i> cukup diperlukan

SELATAN	<i>CONSTRAINT</i> Perletakan pada sisi selatan kurang berpengaruh terhadap bangunan	Penerapan <i>skycourt</i> kurang diperlukan
TIMUR	<i>ASSET</i> Sisi Timur menerima panas sepanjang tahun	Penerapan <i>skycourt</i> sangat diperlukan pada sisi timur
BARAT	<i>ASSET</i> Sisi Barat menerima panas sepanjang tahun	Penerapan <i>skycourt</i> sangat diperlukan pada sisi barat

4.3.2 Hirarki Layout Gedung Kantor

Pada gedung perkantoran, layout cenderung ditentukan oleh *user* (pengguna kantor sewa) sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Menurut Crosby, 2008, layout Invert-Hirarki merupakan kebalikan dari layout Hirarki. Area tengah merupakan area ruang privat dan ruang konferensi. Area tepi bangunan merupakan area pekerja dan area interaksi. Layout tipe ini lebih sering digunakan pada perkantoran dikarenakan pekerja pada area tepi bangunan lebih produktif. Hal tersebut sehubungan dengan area tepi bangunan yang mendapatkan cahaya alami dan udara segar yang baik untuk produktivitas.



Gambar 4.32 Tipikal Invert-Layout Hirarki pada perkantoran baik untuk produktivitas pekerja (Crosby, 2008)

Penggunaan ruang kerja pada area tepi bangunan (perimeter) kantor adalah faktor kunci yang mempengaruhi kenyamanan dan kepuasan visual, tergantung pada desain fasad. Kenyamanan visual terkait dengan berbagai faktor, seperti

cahaya siang hari dan kecukupan cahaya. Selain itu, koneksi ke luar, disampaikan melalui tampilan jendela, terkait dengan view serta kejelasan view (Konstantzos, 2015).

Penerapan layout yang tepat adalah bergantung pada kebutuhan *user* (pengguna kantor sewa). Namun dilihat dari segi produktivitas pekerja serta pengaruh kenyamanan dan kepuasan visual, penerapan layout invert-hirarki dimana area tepi bangunan (perimeter) merupakan area pekerja perlu dipertimbangkan sebagai *asset* pada perancangan denah gedung kantor hemat energi ini.

4.4 Analisa Kebutuhan (*Needs*)

Analisa kebutuhan (*needs*) bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan pengguna bangunan. Diantaranya yaitu berkaitan dengan program ruang, organisasi ruang, kebutuhan ruang (luas area), dan kebutuhan tentang pencahayaan untuk ruang kerja. Analisa kebutuhan didapatkan dengan metode pencarian literature. Metode pencarian literature didapat berdasarkan standart dari Metric Handbook, Time Saver Standart, Neufert Architect Data, Manajemen Administrasi Perkanotran, Pedoman Bangunan Tinggi, studi jurnal dan literature yang relevan.

4.4.1 Program Ruang

Menurut Conway (2017), program ruang kantor sewa dibagi menjadi 4 fungsi yaitu ruang kantor, ruang pendukung karyawan/pengunjung, ruang administrasi dan ruang operasional & pemeliharaan.

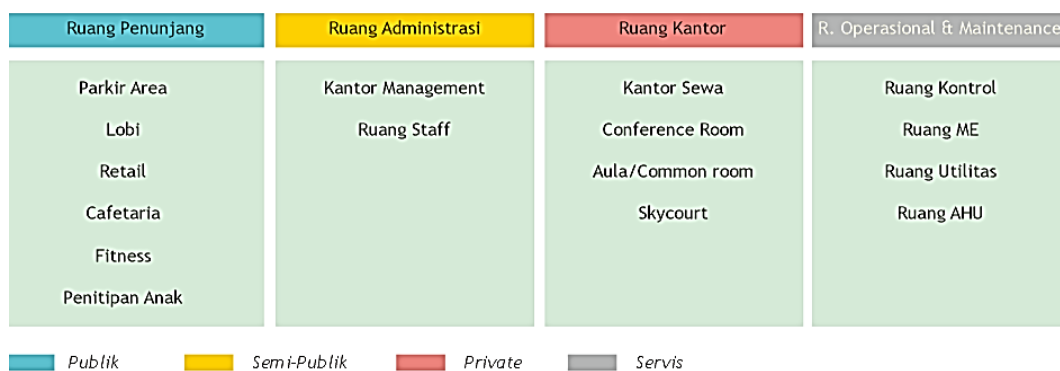
1. Ruang kantor

Yaitu ruangan kantor yang bersifat privat atau semi privat yang berfungsi sebagai aktivitas bekerja. Juga terdapat ruang untuk konferensi atau rapat.

2. Ruang pendukung karyawan/pengunjung

- a. Toko atau kios (*convenience store*)
- b. Lobi, sebagai tempat informasi dan jadwal
- c. Atrium, sebagai ruang bersosialisasi yang bersifat informal
- d. Kantin atau cafeteria

- e. Toilet
 - f. Tempat penitipan anak (jika dibutuhkan)
 - g. Tempat fitness untuk menjaga kebugaran karyawan
 - h. Parkir dalam bangunan
3. Ruang Administrasi, bersifat privat ataupun semi privat
 4. Ruang Operasional dan Pemeliharaan (*Operational & Maintenance*), terdiri dari :
 - a. General storage atau gudang
 - b. Pantry
 - c. Ruang computer/ruang IT/ruang kontrol
 - d. Ruang pemeliharaan (*maintenance*)



Gambar 4.33 Pengelompokan zonasi pada kebutuhan ruang

Berdasarkan penjelasan di atas maka program ruang dianalisa dan dikelompokkan menjadi empat kategori zona yakni zona publik, semi-publik, privat dan zona servis (gambar 4.33). Menentukan program ruang melalui pengelompokkan kategori zonasi dengan mempertimbangkan fungsi ruang akan mempermudah dalam menyusun sirkulasi (organisasi ruang) dan rencana luas area ruang (kebutuhan ruang). Organisasi ruang dalam perancangan disusun berdasarkan hirarki zonasi (dari zona publik ke zona semi-publik ke zona privat) dan juga pertimbangan efisiensi pengguna bangunan baik pengguna kantor sewa, pengunjung, maupun staff manajemen bangunan.

Ruang penitipan anak dan ruang fitness merupakan hal yang mulai berkembang pada perkembangan budaya saat ini dan akan diakomodasi pada perancangan ini. Ruang penitipan anak digalakkan oleh Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak agar setiap perkantoran pemerintah maupun swasta memberikan fasilitas tersebut.

Program ruang yang telah ditetapkan merupakan batasan (*constraint*) yang digunakan dalam acuan dalam merancang. Namun dalam ruang-ruang tertentu dapat dikembangkan menjadi *asset* atau potensi seperti ruang kerja, *skycourt*, dan ruang-ruang lainnya.

4.4.2 Organisasi Ruang

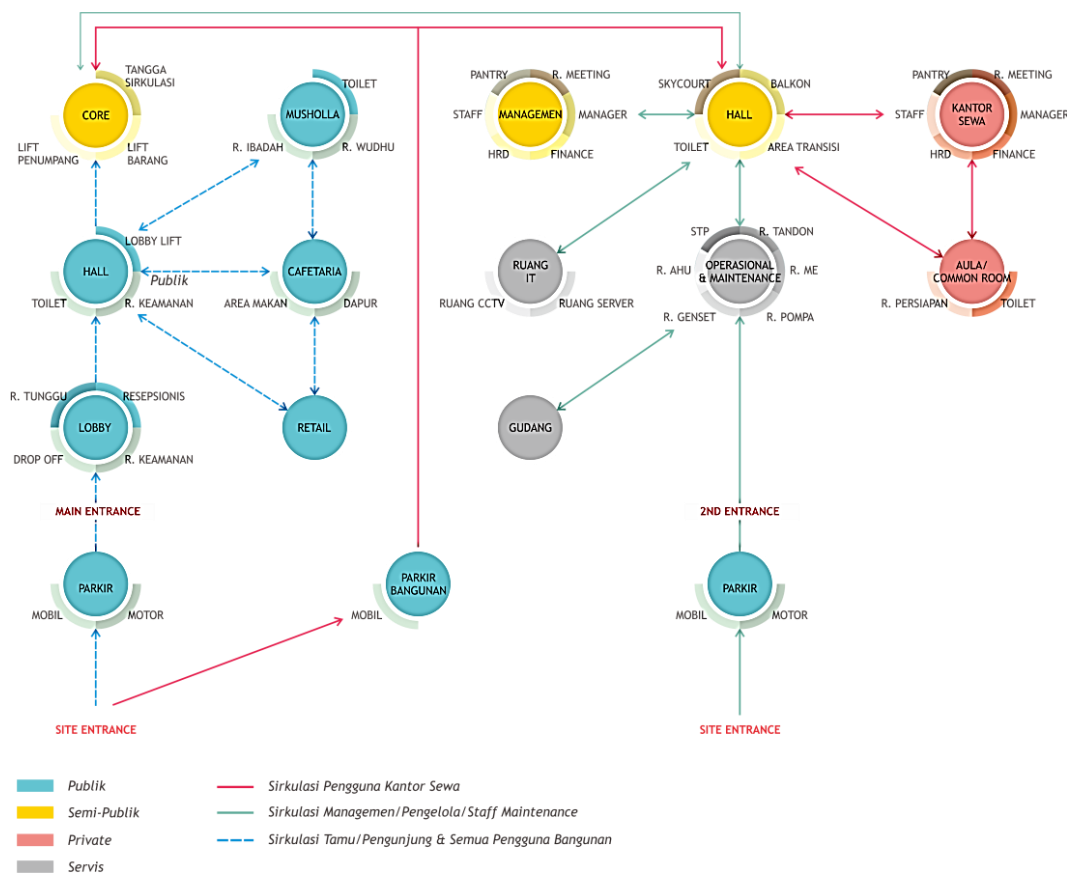
Organisasi ruang dalam perancangan gedung kantor ini dibagi berdasarkan zonasi dan aktivitas pengguna bangunan sesuai dengan data-data dan studi literatur. Zona publik dapat diakses oleh seluruh pengguna bangunan, zona semi-publik dapat diakses oleh pengelola (managemen), staff maintenance, pengunjung (dengan syarat), zona privat diakses oleh pengguna kantor sewa dan zona servis khusus diakses oleh staff maintenance.

1. Aktivitas Zona Publik, merupakan area awal pengguna bangunan memasuki area bangunan yakni area parkir, lobby, hall, cafeteria, dan retail.
2. Aktivitas Zona Semi-Publik, merupakan area yang difungsikan sebagai kantor pengelola (managemen) sehingga tidak semua penghuni dapat mengaksesnya. Pengunjung/tamu dapat mengakses area ini dengan persyaratan tertentu.
3. Aktivitas Zona Privat, merupakan area khusus pengguna kantor sewa. Di area ini terdapat ruang-ruang seperti *skycourt*, ruang kantor sewa, dan *common area/conference/aula*.
4. Aktivitas Zona Servis, merupakan area khusus untuk staff maintenance dan operasional bangunan yang meliputi ruang kontrol/IT, ruang ME, ruang utilitas, ruang AHU, dsb.

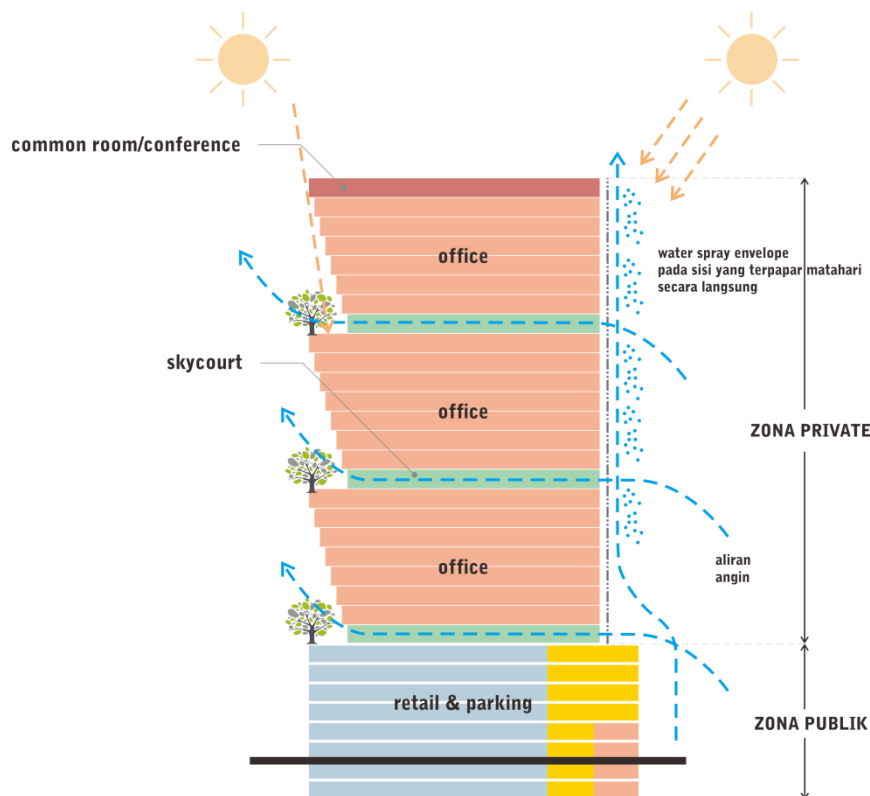
Berdasarkan pencarian pada studi literatur, sirkulasi pengguna perkantoran kantor sewa dibedakan dengan pengguna kantor pengelola (managemen) &

pegawai maintenance dan operasional. Hal ini untuk membagi intensitas pada *entrance* utama pada jam-jam sibuk (jam masuk 7 pulang). Sirkulasi pengguna bangunan berhubungan dengan zonasi organisasi ruang. Tidak semua pengguna bangunan dapat mengakses area kantor sewa yang merupakan zona privat. Namun dengan persyaratan tertentu memungkinkan pengunjung/tamu untuk dapat mengakses area kantor sewa (zona privat).

Secara diagram vertikal, zona publik yang merupakan area yang dapat diakses oleh semua pengguna bangunan. Zona publik terletak pada podium bangunan gedung perkantoran ini. Tidak hanya zona publik, zona semi-publik maupun beberapa zona privat juga terletak pada podium bangunan. Yang membedakan adalah fungsi dari ruang-ruang pada bangunan. Zona privat (kantor sewa) berada pada bagian atas podium & area parkir. Area tersebut dikhususkan untuk semua kegiatan penunjang perkantoran (gambar 4.35).



Gambar 4.34 Organisasi ruang dan sirkulasi pada perancangan gedung kantor hemat energi



Gambar 4.35 Diagram vertikal zonasi kebutuhan ruang perancangan gedung kantor hemat energi

Pada perancangan gedung kantor hemat energi ini, *skycourt* yang merupakan *asset* dapat dirancang pada beberapa lantai di area zona privat (area kantor sewa). *Skycourt* berfungsi sebagai *passive cooling* bangunan dan sebagai ruang interaksi pengguna kantor. Selain itu, berhubungan dengan konsep *water spray envelope* yang membutuhkan tempat penampungan air (*water storage*), area *skycourt* dapat dimanfaatkan sebagai area-area penampungan air untuk distribusi ke selubung bangunan. Hal ini juga sebagai pembagi beban kebutuhan air pada setiap 6-7 lantai bangunan.

4.4.3 Kebutuhan Ruang

Rencana luas area kebutuhan ruang disesuaikan berdasarkan standar ruang dengan kuantitas pengguna bangunan. Standar ruang-ruang diperoleh dari Metric Handbook Standart, Pedoman Bangunan Tinggi dan literatur lainnya yang sesuai dengan perancangan gedung kantor.

Tabel 4.9 Rencana Luas Area Kebutuhan Ruang Perancangan Gedung Kantor

Zona	Program Ruang	Standart	Sumber	Luas Area (m2)	Kuantitas	Total Area (m2)
Publik	Parkir Area					
	- Mobil	2,3m x 5m	Dishub	11,5	240	2760
	- Motor	0,75m x 2m	Dishub	1,5	400	600
	Ruang Keamanan	3m x 3m	As	9	2	18
	Teras/Drop off	9m x 18m	As	162	1	162
	Lobi/Ruang Tunggu	9m x 9m	As	81	1	81
	Hall	9m x 9m	As	81	1	81
	Cafetaria					
	- Dapur	2m x 3m	As	6	10	60
	- R. cuci	1,5m x 2m	As	3	10	30
	- Kasir	1,5m x 2m	As	3	10	30
	- Area makan	1,3m ² /org x 20	NAD	26	10	260
	Retail	4,5m x 9m	As	40,5	14	567
	Fitness Area	9m x 36m	As	324	1	324
	Penitipan Anak	9m x 36m	As	324	1	324
	Ruang Ibadah					
	- Area Solat	9m x 9m	As	81	1	81
	- Wudhu	2m x 9m	As	18	2	36
	- Toilet	1,5m x 2m	NAD	3	4	12
	Toilet	1,5m x 2m	NAD	3	10	30
	TOTAL					5456
	Sirkulasi 20%					1091,2
	TOTAL Zona-Publik					6547,2
Semi-Publik	Kantor Pengelola/Managemen					
	- Ruang kerja staff	7 m ² /org	MAP	7	40	280
	- Ruang manager	18 m ² /org	MAP	18	2	36
	- Ruang finance	18 m ² /org	MAP	18	1	18
	- Ruang HRD	18 m ² /org	MAP	18	1	18
	- Ruang Meeting	3,1m x 8,1m (20 org)	MHB	25,1	1	25,1
	- Pantry	2m x 3m	As	6	1	6
	- Ruang tamu/dealing	3m x 3m	MHB	9	1	9
	- Ruang Arsip	4m x 4m	As	16	1	16
	Inti Bangunan					
	- Lift Penumpang	3m x 3m	PSBT	9	7	63
	- Lift Barang	3m x 3m	PSBT	9	2	18
	- Tangga sirkulasi	3m x 6m	PSBT	18	31	36
	Tangga Kebakaran	3m x 6m	PSBT	18	31	36
	Janitor	1,5m x 2m	As	3	2	6
	Toilet	1,5m x 2m	NAD	3	6	18
	TOTAL					585,1

	Sirkulasi 20%					117
	TOTAL Zona Semi-Publik					702,1
Private	SkyCourt	1080 m ²	As	1080	3	3240
	Kantor Sewa					
	- Ruang kerja staff	7 m ² /org x 40 org = 280 m ²	MAP	280	21(2)	11760
	- Ruang manager	18 m ² /org x 2 org = 36 m ²	MAP	36	21(2)	1512
	- Ruang finance	18 m ² /org	MAP	18	21(2)	756
	- Ruang HRD	18 m ² /org	MAP	18	21(2)	756
	- Ruang Meeting	3,1m x 8,1m (20 org)	MHB	25,1	21(2)	1054,2
	- Pantry	2m x 3m	As	6	21(2)	252
	- Ruang tamu/dealing	3m x 3m	MHB	9	21(2)	378
	- Ruang Arsip	4m x 4m	As	16	21(2)	672
	Aula/Common Room	720 m ²	As	720	2	1440
	Toilet	1,5m x 2m x 6 = 18 m ²	NAD	18	21(2)	756
	TOTAL					22576,2
	Sirkulasi 20%					4514,2
	TOTAL Zona-Private					27091,4
Servis	Ruang IT/Kontrol					
	- Ruang CCTV	4,5m x 9m	As	40,5	1	40,5
	- Ruang server	4,5m x 9m	As	40,5	1	40,5
	Ruang Maintenance & Operasional					
	- Ruang ME	4,5m x 9m	PSBT	40,5	2	81
	- Ruang genset	4,5m x 9m	PSBT	40,5	1	40,5
	- Ruang AHU	3m x 6m	PSBT	18	31	558
	- Ruang pompa	3m x 6m	PSBT	18	4	72
	- Tandon bawah & filtrasi	45l/org x 2566 = 115m ³	PSBT	115	1	115
	- STP	32m ³ /480 org → 32 x 5 = 160m ³	PSBT	160	1	160
	Gudang	4,5m x 9m	As	40,5	2	81
	TOTAL					1188,5
	Sirkulasi 20%					237,7
	TOTAL Zona-Servis					1426,2
TOTAL KESELURUHAN					35766,9	

MAP : Manajemen Administrasi Perkantoran

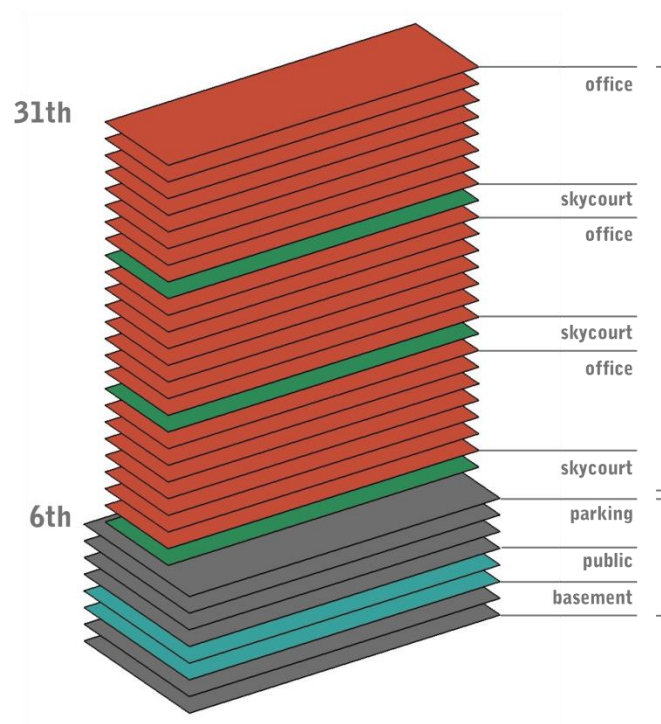
NAD : Neufert Arch Data

PSBT : Panduan Sistem Bangunan Tinggi

MHB : Metric HandBook

As : Asumsi

Dengan rencana luas area kebutuhan ruang adalah 35.931 m² sedangkan berdasarkan koefisien lantai bangunan (KLB) yang diijinkan maksimal 82.368 m² maka akan didapatkan 42 unit kantor sewa yang dapat mengakomodasi 50 orang setiap unit. Koefisien dasar bangunan (KDB) yang diijinkan yaitu 50% atau sebesar 4.576 m². Pada lantai dasar dimana besar nilai KDB telah ditetapkan maka harus diupayakan agar dapat mengakomodasi kebutuhan ruang untuk area publik seperti teras/drop off, lobi, ruang tunggu, hall, dsb. Berkaitan dengan data okupansi bangunan dapat dilihat pada gambar 4.37 dan lampiran 4.

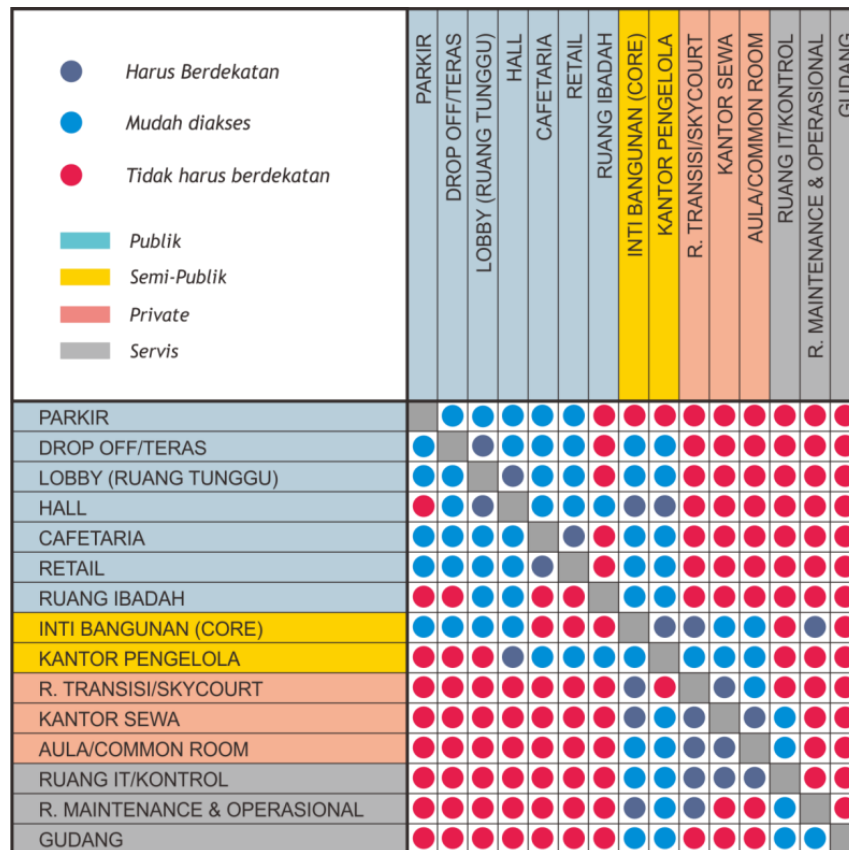


Gambar 4.36 Diagram rencana pembagian area pada obyek dirancang

Data Okupansi Bangunan						
NO	ITEM	NILAI	SATUAN	QT	HASIL	SATUAN
1	Σ Penghuni Kantor Sewa	50	orang/unit	42	2100	orang
2	Σ Penghuni Retail	4	orang/unit	14	56	orang
3	Σ Penghuni Cafeteria	4	orang/unit	10	40	orang
4	Σ Penghuni Kantor Management	40	orang	1	40	orang
5	Σ Tenaga Operasional & Maintenance	20	orang	1	20	orang
6	Σ Penghuni R Penitipan Anak	20	orang	1	20	orang
7	Σ Pengguna Gym & Fitness	40	orang	1	40	orang
8	Σ Pengunjung/Tamu	210	orang	1	210	orang
	Σ Penghuni Dalam Bangunan				2526	orang

Gambar 4.37 Rencana kapasitas pengguna bangunan

Hubungan setiap ruang pada tiap-tiap zonasi mempunyai tingkat kedekatan yang berbeda sesuai prioritas dan juga efisiensi sirkulasi pengguna bangunan. Hubungan antar ruang dianalisa kedekatannya untuk proses perancangan selanjutnya sehingga didapatkan hubungan ruang yang sesuai kebutuhan. Analisa kedekatan ruang akan dijabarkan pada gambar 4.38.

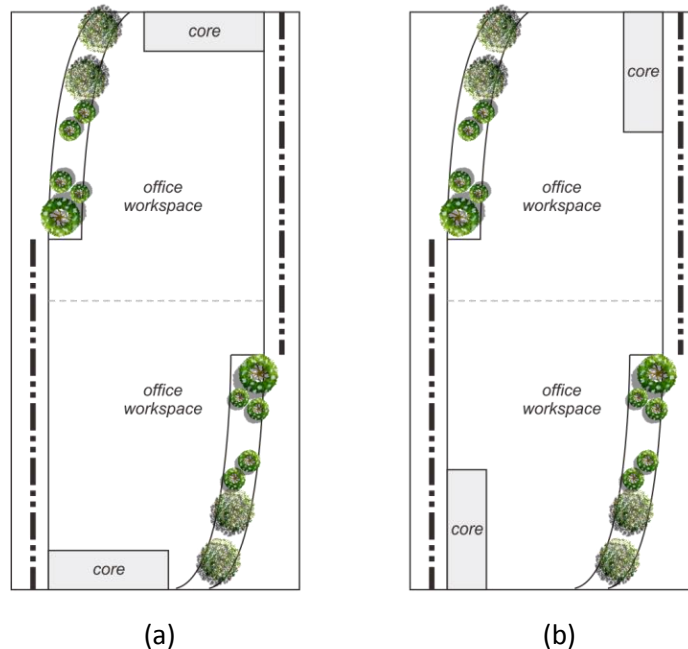


Gambar 4.38 Analisa kedekatan ruang gedung kantor objek rancang

Hubungan kedekatan ruang menunjukkan ruang-ruang yang berada pada zonasi yang sama tentunya akan mempunyai hubungan kedekatan yang erat. Pada perancangan gedung kantor ini, zona privat fokus berhubungan antara ruang transisi (*skycourt*)-kantor sewa-aula/*common room/conference room*. Zona publik dan zona servis sebagai penunjang kegiatan perkantoran. Zona semi publik lebih berkaitan dengan area transportasi vertikal.

Area transportasi vertikal atau yang biasa disebut lift berhubungan dengan tata letak inti bangunan (*core*). Pada bangunan bertingkat tinggi *core* merupakan akses utama selain berfungsi sebagai struktur. *Core* mempunyai pengaruh

terhadap layout ruang kantor sehingga perletakan *core* harus dipertimbangkan secara seksama.



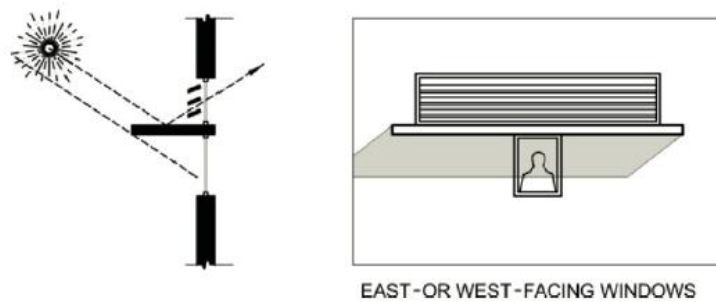
Gambar 4.39 Perletakan *core* perlu pertimbangan dan evaluasi untuk menghindari konflik *force*

Pada bangunan tropis, perletakan *core* yang baik adalah pada sisi Timur-Barat yang berguna menghambat panas ke dalam bangunan. Namun pada sisi Timur-Barat seharusnya diakomodasi oleh pengendalian panas *water spray envelope* (yang juga dapat berfungsi sebagai penahan panas kedalam bangunan). Sisi Utara-Selatan pada lahan juga tidak terlepas oleh paparan matahari sehingga penempatan *core* pada sisi Utara-Selatan bukanlah pilihan yang salah. Namun perlu dipertimbangkan secara efektivitas ruang dan sirkulasi pengguna terkait perletakan *core* agar tidak terjadi konflik terhadap faktor tersebut. Tahap evaluasi diperlukan untuk menentukan keputusan-keputusan desain.

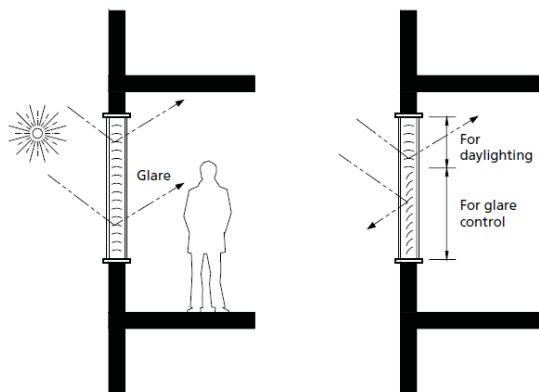
Perletakan *core* dan organisasinya akan menjadi batasan (*constraint*) yang perlu dipecahkan pada tahap perancangan dengan berbagai macam pertimbangan-perimbangan. Khususnya juga mempertimbangkan kedekatan antar ruang yang efisien.

4.4.4 Kebutuhan Pencahayaan

Penerangan atau pencahayaan merupakan kebutuhan utama bagi gedung kantor. Kantor sebagai area kerja membutuhkan tingkat kenyamanan pencahayaan alami yang memadai agar pengguna di dalamnya dapat melakukan aktivitas dengan lancar dan memiliki produktivitas kerja yang baik. Pencahayaan alami diperlukan dalam penghematan energi pencahayaan buatan. Sesuai standart, pencahayaan yang baik untuk ruang kantor berkisar antara 300-450 lux. Namun dalam kaitannya dengan gedung kantor ini yang berorientasi kearah Timur-Barat, peran elemen pembayangan akan membantu dalam kontrol cahaya berlebih (kontrol silau)



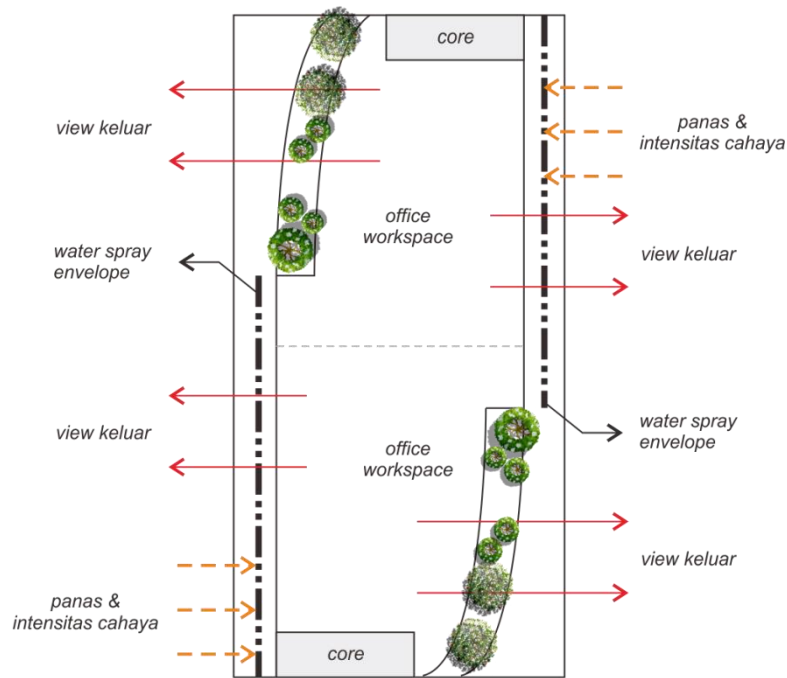
Gambar 4.40 *Sunshading* pada orientasi Timur-Barat berupaya sebagai kontrol pencahayaan alami (Lechner, 2015)



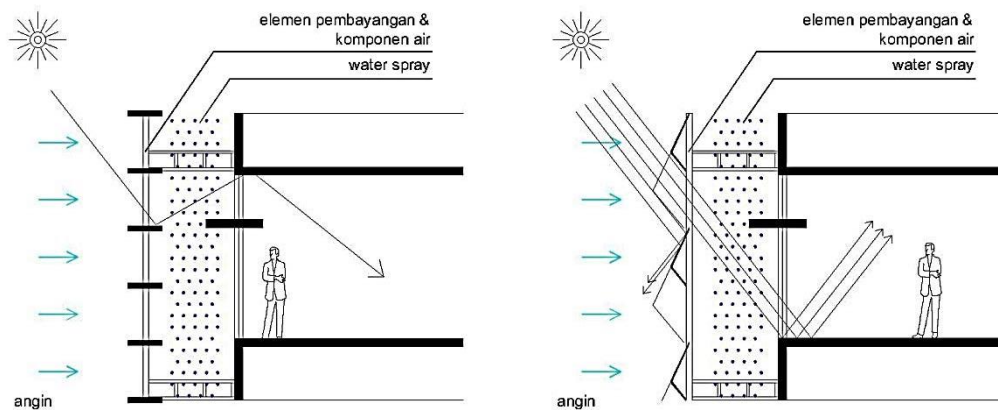
Gambar 4.41 *Horizontal shading* berfungsi sebagai kontrol pencahayaan pada bangunan (Lechner, 2015)

Elemen pembayangan (*sunshading*) merupakan elemen yang berada pada bagian luar bangunan (fasad atau *skin*) sehingga kontrol pencahayaan utama berada pada elemen pembayangan. Elemen pembayangan berfungsi sebagai

kontrol silau (*glare*) dan juga sebagai kontrol pencahayaan alami bangunan (gambar 4.41). Pada sisi Timur-Barat, selubung bangunan juga akan berperan sebagai *water spray envelope*. Oleh karena itu elemen selubung bangunan seharusnya mempunyai fungsi ganda (sebagai kontrol pencahayaan dan juga sebagai penerapan konsep *water spray envelope*).



Gambar 4.42 Konsep *water spray envelope* terintegrasi dengan fungsi-fungsi lain seperti sebagai pencahayaan alami & *sunshading* atau elemen pembayangan



Gambar 4.43 Transformasi *sunshading* atau elemen pembayangan sebagai kontrol pencahayaan dan juga konsep *water spray envelope*

Dengan melihat kebutuhan pencahayaan alami, kontrol pencahayaan, dan penerapan *water spray envelope* maka selubung bangunan dirancang agar mengakomodasi faktor tersebut. Kemungkinan rancangan elemen *water spray envelope* adalah dengan transformasi *horizontal shading* atau dengan elemen-elemen yang berpola (*pattern*) yang berfungsi sebagai elemen kontrol pencahayaan dan juga elemen aliran air (utilitas *water spray envelope*).

Dengan demikian kebutuhan pencahayaan merupakan batasan perancangan (*constraint*) yang perlu dipertimbangkan dan diaplikasikan dalam proses perancangan. Kebutuhan pencahayaan merupakan *constraint* yang kuat dan berhubungan dengan konsep *water spray envelope*.

4.5 Sintesa *Identification Force (Context, Culture, Needs)*

Tabel 4.10 Sintesa Keseluruhan *Force*

Faktor Force	Asset	Constraint	Keterangan
Konteks / Context			
Lahan & Batasan		Regulasi setempat seperti KDB, KLB, KTB, GSB, KDH dan lain sebagainya perlu menjadi perhatian	Merupakan <i>constraint</i> yang kuat terhadap batasan-batasan perancangan
Lingkungan Sekitar	Karakter desain modern pada lingkungan sekitar lahan	Penggunaan material kaca perlu dipertimbangkan kembali	Merupakan <i>asset & constraint</i> yang mempunyai pengaruh terhadap rancangan
View	- View kedalam lahan potensial dari sisi Barat Laut & Barat Daya lahan - View keluar lahan yang menunjang (view kota & pemukiman)	View keluar lahan menghindari sisi selatan yang berhadapan gedung Plaza Telkom	Merupakan <i>asset & constraint</i> yang kuat dan berpengaruh terhadap perancangan

Vegetasi		Pembayangan akibat vegetasi akan mengurangi optimalisasi <i>water spray envelope</i>	Merupakan <i>constraint</i> yang lemah, kurang mempunyai pengaruh pada rancangan
Lalin/Aksesibilitas/Kec. Kendaraan	Sisi Utara/Barat Laut berpotensi untuk menampilkan sesuatu yang menarik	Sisi Selatan/Barat Daya terhalang oleh bangunan sekitar	Merupakan <i>asset & constraint</i> yang kurang kuat terhadap perancangan
Regulasi KKOP		Ketinggian maksimal bangunan adalah 145 meter	Merupakan <i>constraint</i> terhadap ketinggian bangunan namun tidak berhubungan dengan konsep <i>water spray envelope</i>
Iklim	- Panas radiasi matahari sebagai generator pembangkit energi (sisi Utara, Timur, dan Barat) - Angin sebagai pendukung persebaran water spray (distribusi angin paling tinggi sisi Timur, Barat)	Panas radiasi matahari meningkatkan transfer panas ke bangunan (sisi Utara, Timur, Barat)	Panas matahari dan arah angin merupakan <i>constraint</i> dan <i>asset</i> yang kuat yang berpengaruh besar terhadap rancangan konsep <i>water spray envelope</i>
Budaya / Culture			
R. Interaksi (Skycourt)	Skycourt sebagai ruang interaksi dan sebagai <i>passive cooling</i> bangunan		Merupakan <i>asset</i> yang kuat dan diterapkan pada sisi Timur-Barat bangunan
Hirarki Layout Gedung Kantor	Penerapan Layout Invert-Hirarki untuk peningkatan		Merupakan <i>asset</i> yang perlu diperhatikan

	produktivitas kerja & kenyamanan visual		
Kebutuhan / Needs			
Program & Organisasi Ruang	Ruang-ruang seperti r. kerja, <i>skycourt</i> menjadi <i>asset</i> yang perlu dikembangkan	Zonasi dan ruang menjadi batasan perancangan	Merupakan <i>asset & constraint</i> yang perlu diperhatikan
Kebutuhan Ruang		Standar ruang dan hubungan kedekatan antar ruang menjadi batasan perancangan	Merupakan <i>constraint</i> yang perlu diperhatikan
Pencahayaan		Elemen bangunan (<i>sunshading</i>) sebagai kontrol pencahayaan alami dan kontrol <i>glare</i> namun juga mempunyai fungsi sebagai elemen <i>water spray envelope</i>	Merupakan <i>constraint</i> yang kuat dan berpengaruh besar terhadap rancangan konsep <i>water spray envelope</i>

Berdasarkan tabel sintesa keseluruhan *force*, *asset* atau *constraint* yang kuat akan menjadi kriteria khusus yang berguna sebagai acuan dalam tahap perancangan disamping tetap mempertimbangkan kriteria umum perancangan. Berikut *asset* dan *constraint* yang mempunyai pengaruh terhadap konsep perancangan (*water spray envelope*) :

1. View. Bangunan dapat berorientasi ke segala arah kecuali arah selatan. Terdapat *constraint* (view keluar) yang perlu dihindari pada sisi selatan.
2. Panas Matahari. Sisi utara, timur, barat merupakan sisi terpanas lahan. Oleh karenanya ketiga sisi tersebut perlu mendapat perhatian khusus. Sisi tersebut dapat difungsikan sebagai area *solar collector* (PV Panels) atau justru menghindari panas radiasi matahari.
3. Angin. Sisi timur dan barat merupakan sisi terbanyak menerima aliran angin. Angin yang berfungsi sebagai media penyebaran air perlu dikendalikan dari segi bentuk bangunan. Bentuk bangunan yang dinamis, melengkung, *smooth* baik terhadap pergerakan angin.

4. R. Interaksi. Ruang interaksi pekerja kantor dapat diterapkan pada *skycourt*. Selain bertujuan sebagai ruang interaksi, *skycourt* juga berfungsi sebagai *passive cooling*. Sisi terpanas bangunan sangat efektif untuk penerapan *skycourt* (sisi utara, timur, barat).
5. Pencahayaan Alami. Pencahayaan alami diperlukan bagi kebutuhan ruang kantor. Namun pada sisi Timur-Barat diperlukan kontrol pencahayaan agar tidak silau (*glare*). Elemen *sunshading* pada sisi Timur-Barat akan menjadi kontrol pencahayaan yang terintegrasi penerapan *water spray envelope*

BAB 5

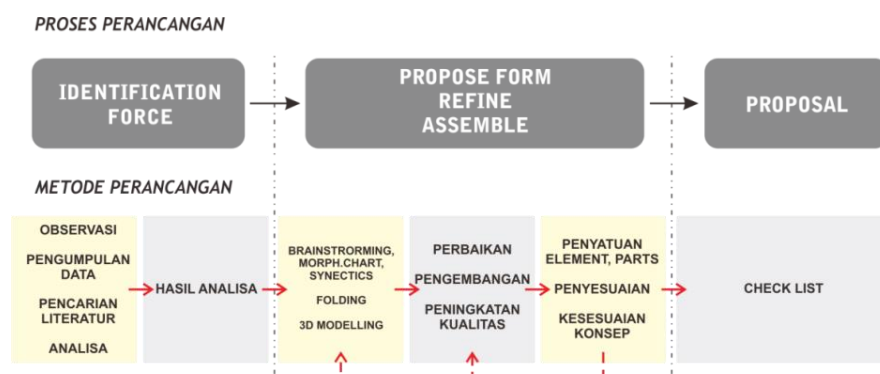
KONSEP DAN HASIL RANCANGAN

5.1 Konsep Perancangan

Pada tahap sebelumnya, telah dilakukan analisa yang bertujuan mencari batasan maupun asset untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari lahan dan kebutuhan perancangan. Pada tahap ini, hasil analisa dilanjutkan ketahap perancangan yang meliputi *propose form*, *refine* dan *assemble*. *Propose form* merupakan tahap dalam eksplorasi konsep, bentuk dan geometri massa. Selain itu, *propose form* fokus dalam penyelesaian masalah rancang (merespon *force*) dan mengembangkan *element*, *parts* maupun *building* secara keseluruhan.

Refine merupakan tahap evaluasi atau perbaikan. Tahap ini berupaya untuk mengevaluasi kesesuaian hasil *propose form* terhadap konsep maupun *force* yang ditetapkan. *Refine* juga merupakan tahap peningkatan kualitas elemen-elemen dan *parts* (bagian) perancangan. *Assemble* merupakan penyatuan dan integrasi elemen-elemen yang dirancang.

Tahap *propose form*, *refine* dan *assemble* merupakan tahapan *form making* setelah sebelumnya merupakan tahapan *programming* sehingga pada tahap ini lebih banyak bereksplorasi dan merancangan bentuk bangunan. Metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain *brainstorming*, *morphological chart*, *synectic*, *folding*, dan simulasi 3D.



Gambar 5.1 Tahap *Propose Form*, *Refine*, dan *Assemble*

Konsep rancangan gedung kantor hemat energi fokus pada permasalahan perancangan dimana panas bangunan akibat transfer radiasi panas matahari diselesaikan dengan penerapan konsep *water spray envelope*. Konsep *water spray envelope* juga didukung oleh prinsip desain pasif, elemen pembayangan, dan geometri bangunan hemat energi.

5.2 *Propose Form, Refine, dan Assemble*

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan konsep-konsep awal yang merespon *force* pada lahan. Selanjutnya, konsep awal tersebut dikembangkan menjadi beberapa bentuk dengan mengacu pada kriteria umum perancangan dan *force* (kriteria khusus) yang ditetapkan.

Kriteria umum perancangan yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Bangunan seharusnya memperhatikan perletakan posisi inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan iklim tropis, *sun path*, dan *wind path*.
2. Bangunan seharusnya menerapkan kombinasi metode *passive* dan *active shading device*.
3. Bangunan seharusnya mempunyai bentuk yang mempunyai s/v ratio rendah untuk meminimalisir transfer panas pada permukaan selubung bangunan.
4. Bangunan seharusnya menerapkan konsep *water spray/evaporative cooling (direct & indirect evaporation cooling)* sebagai penyelesaian permasalahan panas bangunan terutama pada orientasi Timur-Barat.

Force/kriteria khusus yang perlu diperhatikan yaitu :

1. View. Bangunan dapat berorientasi ke segala arah kecuali arah selatan. Terdapat *constraint* (view keluar) yang perlu dihindari pada sisi selatan.
2. Panas Matahari. Sisi utara, timur, barat merupakan sisi terpanas lahan. Oleh karenanya ketiga sisi tersebut perlu mendapat perhatian khusus. Sisi tersebut dapat difungsikan sebagai area *solar collector* (PV Panels) atau justru menghindari panas radiasi matahari.

3. Angin. Sisi timur dan barat merupakan sisi terbanyak menerima aliran angin. Angin yang berfungsi sebagai media penyebaran air perlu dikendalikan dari segi bentukan bangunan. Bentuk bangunan yang dinamis, melengkung, *smooth* baik terhadap pergerakan angin.
4. R. Interaksi. Ruang interaksi pekerja kantor dapat diterapkan pada *skycourt*. Selain bertujuan sebagai ruang interaksi, *skycourt* juga berfungsi sebagai *passive cooling*. Sisi terpanas bangunan sangat efektif untuk penerapan *skycourt* (sisi utara, timur, barat).
5. Pencahayaan Alami. Pencahayaan alami diperlukan bagi kebutuhan ruang kantor. Namun pada sisi Timur-Barat diperlukan kontrol pencahayaan agar tidak silau (*glare*). Elemen *sunshading* pada sisi Timur-Barat akan menjadi kontrol pencahayaan yang terintegrasi penerapan *water spray envelope*.

Kriteria umum dan kriteria khusus perancangan akan mempermudah dalam membangkitkan konsep ide sesuai dengan faktor-faktor yang ditetapkan .

Tabel 5.1 Kriteria Rancang yang perlu Diperhatikan dalam Tahap *Propose Form*

KRITERIA UMUM	FAKTOR-FAKTOR	KRITERIA KHUSUS
Desain Pasif	Aspek Rasio Bangunan	- Rasio bangunan 1:2/1:3 (iklim tropis)
	Orientasi Bangunan	- Orientasi bangunan Timur-Barat (bertentangan dengan teori, mencari solusi pada orientasi Timur-Barat) - Orientasi view keluar bangunan ke segala arah kecuali arah selatan
	Perletakan Core	- Perletakan <i>core</i> ganda untuk barrier panas
Elemen Pembayangan	<i>Active Shading</i>	- Pembayangan aktif diaplikasikan pada sisi bangunan yang tinggi
	<i>Passive Shading</i>	- Pembayangan pasif diaplikasikan pada elemen permukaan bangunan seperti <i>lightshelves</i> yang berguna sebagai control pencahayaan (<i>glare</i>)
Bentuk & Geometri	Bentuk Bangunan	- Bentuk bangunan dinamis/ <i>smooth</i> untuk mengalirkan angin (distribusi angin

		terbanyak dari arah timur, barat, tenggara, barat laut) - Bentuk bangunan menghindari paparan panas matahari (matahari terpanas dari arah timur, barat, utara)
	S/V Ratio	- Rasio luas permukaan bangunan terhadap volume ruang dicari yang paling efisien (paling kecil)
<i>Water Spray</i>	Skin/Selubung	- Komponen aliran air pada selubung bangunan - Bentuk <i>skin</i> /selubung mengalirkan arah angin sebagai pendukung <i>water spray</i> - Bentuk <i>skin</i> /selubung berfungsi sebagai kontrol pencahayaan

Dalam membangkitkan bentukan bangunan gedung kantor, metode *brainstorming*, *morphological chart* dan *synectic* dilakukan dengan sketsa-sketsa yang merepresentasikan kriteria perancangan dan konsep rancang.

Pada tahap *propose form*, *exploratory thinking* atau bereksplorasi lebih banyak dilakukan pada tahap ini. Eksplorasi berupaya mencari berbagai kemungkinan rancangan yang akan mendorong perancangan menjadi lebih kreatif. Eksplorasi yang dapat dilakukan pada tahap *propose form* antara lain, eksplorasi site, eksplorasi denah/layout, eksplorasi material, eksplorasi, bentuk bangunan, eksplorasi bentuk selubung *water spray*. Hasil eksplorasi tersebut akan dibandingkan untuk selanjutnya dievaluasi (*evaluative thinking*) sesuai kriteria dan konsep rancang.

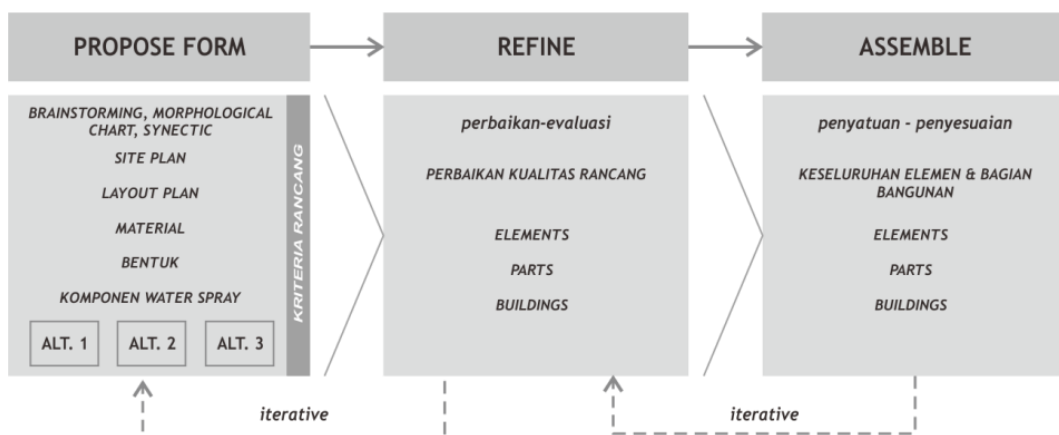
Hasil eksplorasi yang diusulkan akan dievaluasi dengan beberapa parameter tertentu. Pada eksplorasi bentuk bangunan, parameter yang dijadikan evaluasi adalah bentukan harus efektif dari segi s/v ratio sehingga penggunaan energi pendinginan juga menjadi efisien. Parameter lain yang digunakan adalah dengan mengamati permukaan selubung bangunan yang terkena paparan radiasi matahari. Semakin banyak pembayangan pada permukaan bangunan tentunya semakin baik. Evaluasi awal ini menggunakan simulasi 3D dengan *software* Revit

Architecture. Parameter yang ditentukan tersebut berdasarkan dari kajian pustaka yang telah dijelaskan pada Bab 2. Setelah eksplorasi bentuk bangunan dievaluasi sesuai parameter-parameter maka akan dipilih bentuk bangunan yang paling mendekati kesesuaiannya dengan kriteria rancangan.

Eksplorasi elemen bangunan khususnya *water spray envelope* dikembangkan baik dari segi bentukan, perletakan dan skema integrasinya terhadap keseluruhan bangunan. Elemen *water spray envelope* yang mempunyai komponen yang dapat dialiri oleh air dan angin untuk proses *spray*/semprot pada permukaan bangunan. Elemen *water spray envelope* juga mempertimbangkan area tangkapan air hujan dan penampungannya (*water storage*).

Hasil eksplorasi yang meliputi *elements*, *parts*, dan *buildings* yang sesuai terhadap kriteria dan konsep rancang akan dilanjutkan pada tahap refine. Tahap refine adalah tahap perbaikan dan penghalusan rancangan menjadi lebih baik dan lebih tepat secara fungsi serta ukuran-ukurannya.

Elements, *parts* dan *buildings* secara keseluruhan akan disatukan dalam tahap *assemble*. Tahap *assemble* merupakan tahapan dalam menyatukan berbagai elemen arsitektur (site, denah/layout, bentuk, material, selubung) sehingga menjadi satu-kesatuan rancangan yang utuh. Keseluruhan hasil rancangan tersebut seharusnya juga menjadi kesatuan yang selaras dengan lingkungan sekitar perancangan. Pada tahap *assemble*, rancangan sudah mengarah pada rancangan hasil desain atau proposal perancangan (skematik desain)



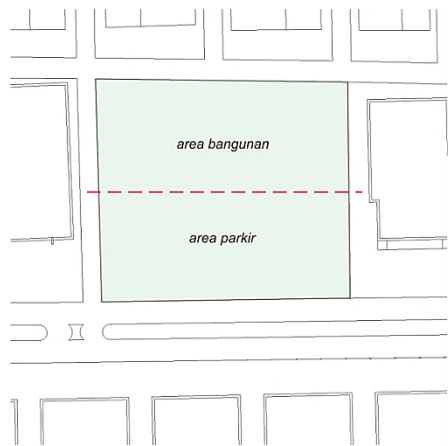
Gambar 5.2 Diagram langkah kerja tahap *propose form*, *refine*, dan *assemble*

5.2.1 Propose Form

Tahap *propose form* adalah tahap dalam *form making*. *Propose form* berupaya untuk bereksplorasi terhadap elemen-elemen & bagian bangunan sehingga memunculkan berbagai opsi atau alternatif yang kemudian dievaluasi sesuai dengan kriteria dan konsep rancang.

➤ Eksplorasi Site Plan

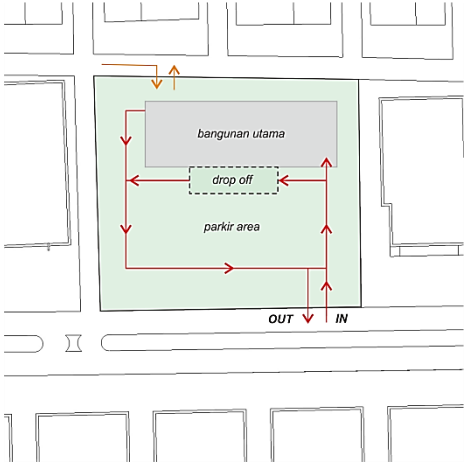
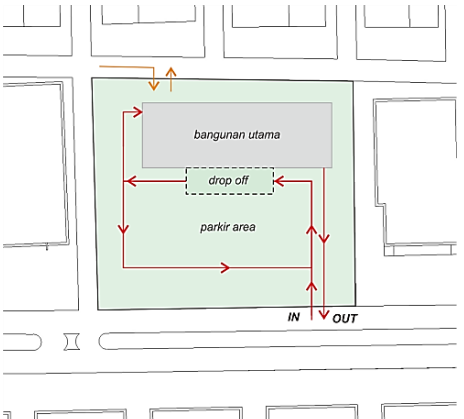
Eksplorasi site plan bertujuan untuk menggali rancangan pada site (lahan) yang berkaitan dengan bangunan utama, aksesibilitas (sirkulasi), area parkir dan lain sebagainya. Perletakan bangunan utama ditempatkan kearah timur untuk memberi ruang area parkir disisi barat.



Gambar 5.3 Rencana perletakan bangunan terhadap lahan/site

Tabel 5.2 Eksplorasi Site Plan

Eksplorasi Site Plan 1	Penjelasan
	- Pintu entrance dan keluar yang berjauhan untuk menghindari penumpukan pada titik tertentu - Sistem loop - Dapat langsung mengakses parkir bangunan - Menghindari terjadinya sirkulasi silang

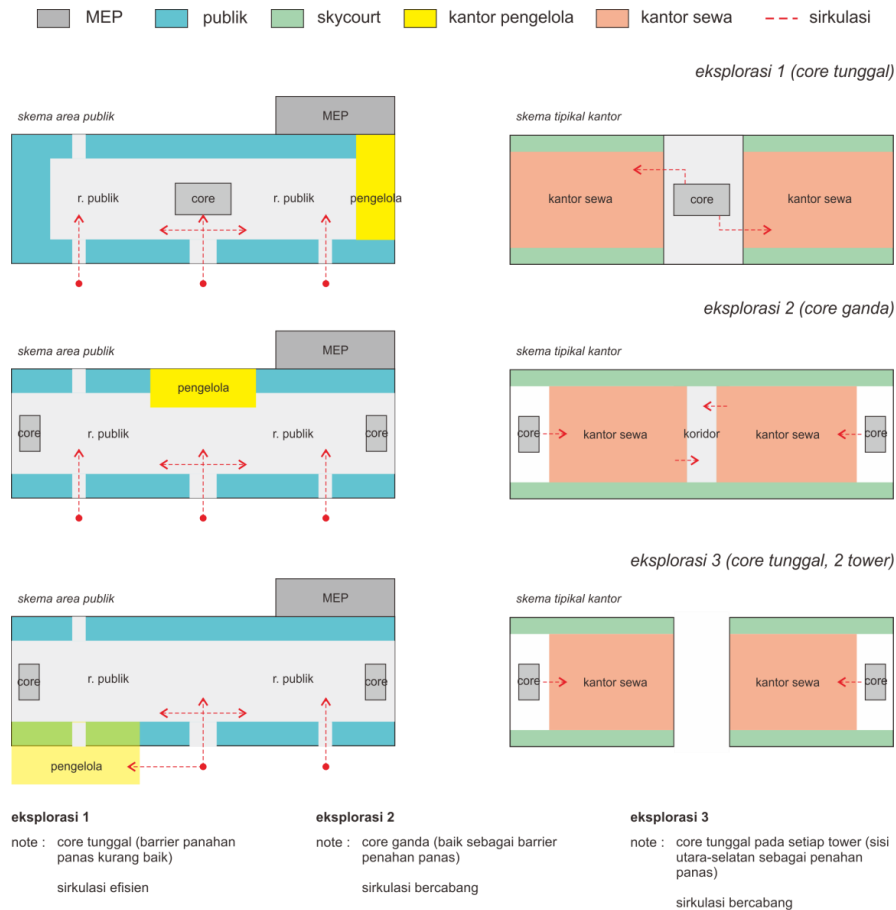
<i>Eksplorasi Site Plan 2</i> 	<i>Penjelasan</i> - Pintu entrance dan keluar yang berdekatan - Sistem loop - Dapat langsung mengakses parkir bangunan - Potensi terjadinya sirkulasi silang antara yang masuk ke site dengan yang keluar site
<i>Eksplorasi Site Plan 3</i> 	<i>Penjelasan</i> - Pintu entrance dan keluar yang berdekatan - Sistem loop - Dapat langsung mengakses parkir bangunan - Potensi terjadinya sirkulasi silang antara yang masuk ke site dengan yang keluar site

➤ *Evaluasi Site Plan*

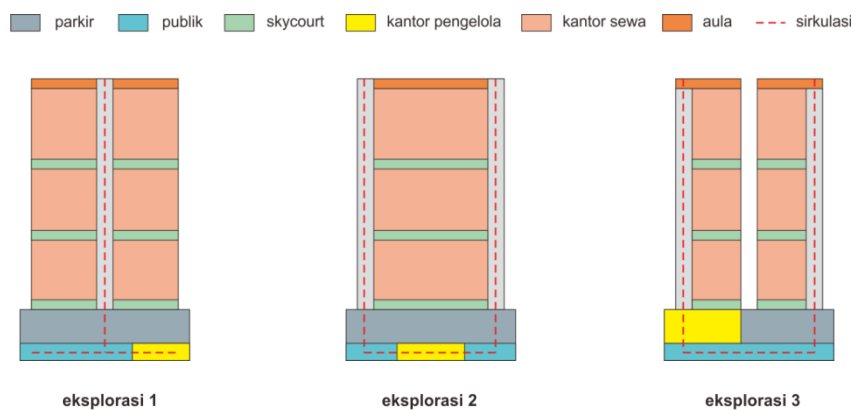
Dengan menempatkan bangunan utama cenderung kebelakang lahan, area depan lahan dapat dimanfaatkan sebagai area parkir. Hal tersebut tidak bertentangan dengan analisa view kedalam bangunan. Eksplorasi site plan 1 & 3 lebih mempunyai keuntungan secara sirkulasi. Tidak adanya sirkulasi yang silang pada *site* sehingga menghindari kemacetan dalam *site*. *Site plan 2* akan terjadi persilangan sirkulasi pada pintu masuk dan keluar *site*.

➤ Eksplorasi Denah/Layout Plan

Eksplorasi denah/layout bertujuan untuk mencari sirkulasi ruang dalam bangunan yang efisien serta pengaruhnya rancangan inti bangunan (*core*) terhadap pembagian sirkulasi bangunan, bentuk bangunan, dan penahan panas bangunan.



Gambar 5.4 Eksplorasi denah/ layout plan



Gambar 5.5 Eksplorasi denah/ layout plan (vertikal)

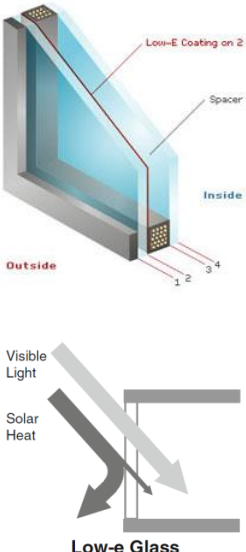
➤ *Evaluasi Denah/Layout Plan*

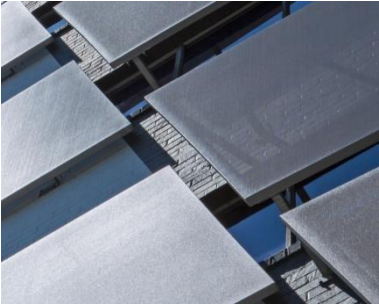
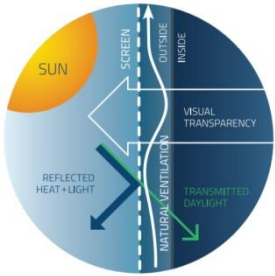
Terdapat beberapa kemungkinan yang dapat terjadi yang berhubungan dengan perletakan inti bangunan (*core*). Inti bangunan tunggal mempunyai keuntungan sirkulasi yang terpusat. Namun kurang baik dalam menahan panas bangunan. Dalam beberapa kasus perancangan, perletakan *core* ganda (pada sisi bangunan) mempunyai keuntungan dalam menahan panas matahari masuk kedalam ruang-ruang utama bangunan. Eksplorasi 2 & 3 denah/layoutplan lebih sesuai dalam hubungannya dengan efisiensi energi pada bangunan. Antara eksplorasi 2 & 3 diperlukan pertimbangan faktor lain untuk menentukan denah/layoutplan.

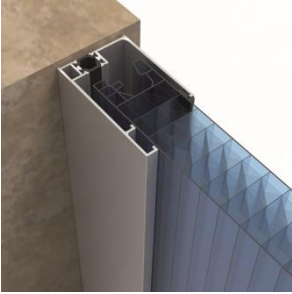
➤ *Eksplorasi Material Bangunan*

Eksplorasi material bangunan bertujuan untuk mencari potensi material yang dapat diimplementasikan dalam rancangan. Sesuai dengan kriteria dan konsep rancangan, material bangunan berupaya untuk mencari kombinasi material selain kaca. Meskipun tidak sepenuhnya beralih ke material lain setidaknya kombinasi dengan material selain kaca akan membantu mengurangi panas bangunan itu sendiri maupun lingkungan sekitar.

Tabel 5.3 Eksplorasi Material Bangunan

MATERIAL	KELEBIHAN & KEKURANGAN	PENERAPAN
LOW E GLASS  The diagram illustrates the structure of Low-E Glass, showing multiple panes separated by spacers. A Low-E coating is applied to the second pane from the outside. It also shows the interaction of visible light and solar heat with the glass, indicating its role in thermal insulation.	<i>Kelebihan :</i> - Menghalangi panas yang masuk kedalam bangunan - Memasukkan pencahayaan yang baik pada bangunan - Dapat mempertahankan suhu bangunan (<i>isolasi thermal</i>) <i>Kekurangan :</i> - Pantulan panas ke lingkungan sekitar	<i>Penerapan :</i> - Panel Fasad - Curtain Wall - Jendela

ETFE FOIL (https://www.structurflex.com/materials/etfe/) 	Kelebihan : - Lebih ringan dari kaca - Lebih murah dan hemat struktur - 95% transparan - Mengurangi panas dan peningkatan panas bangunan - Self Cleaning System (permukaan tidak lengket) - 100% dapat didaur ulang Kelemahan : - Perlu mempertimbangkan ketinggian bangunan	Penerapan : - Atap - Skylight - Kanopi - Panel Fasad - Pengganti curtain wall - Jendela
PERFORATED METAL, METAL MESH, & GLASS (https://flexfacades.com)  	Kelebihan : - Alternatif penggunaan logam, perforated logam, dan kaca - Mengurangi peningkatan panas - Menjaga view keluar dan sirkulasi udara - Desain Fleksibel Kelemahan : - Tampilan bangunan terlihat massif walaupun sebenarnya view keluar dan sirkulasi udara tetap terjaga	Penerapan : - Screening - Secondary Skin

POLYCARBONATE CLADDING/PANELS (http://www.everliteconcept.com/en/polycarbonate/systems/danpalon.html) 	<i>Kelebihan :</i> - Lebih ringan dari kaca - Transparan dan menjadi solusi pencahayaan alami - Penahan panas matahari yang baik - Fleksibel dan mudah ditekuk - Mempunyai warna yang beraneka ragam <i>Kelemahan :</i> - Perlu mempertimbangkan ketinggian bangunan	<i>Penerapan :</i> - Atap - Kanopi - Panel Fasad - Jendela
--	--	--

➤ *Evaluasi Material Bangunan*

Pada perancangan bangunan tinggi, selubung bangunan mempunyai peran besar terhadap penerimaan panas matahari. Kaca Low E-Glass baik sebagai penghalang radiasi panas namun mempunyai kelemahan yakni pantulan panas matahari ke lingkungan sekitar. Pantulan panas matahari ke lingkungan sekitar pada pemakaian kaca Low E-Glass dapat diminimalisir dengan penggunaan *shading device*. Pada elemen bangunan yang tidak terlalu tinggi, penggunaan kaca Low E-Glass dapat digantikan oleh ETFE Foil atau Polycarbonate Cladding. Kedua material tersebut mempunyai karakteristik seperti kaca dengan berat material yang lebih ringan dan juga merupakan material yang ramah lingkungan. Perforated metal juga dapat diaplikasikan pada *skin*/selubung luar bangunan karena mempunyai keunggulan menjaga view keluar bangunan.

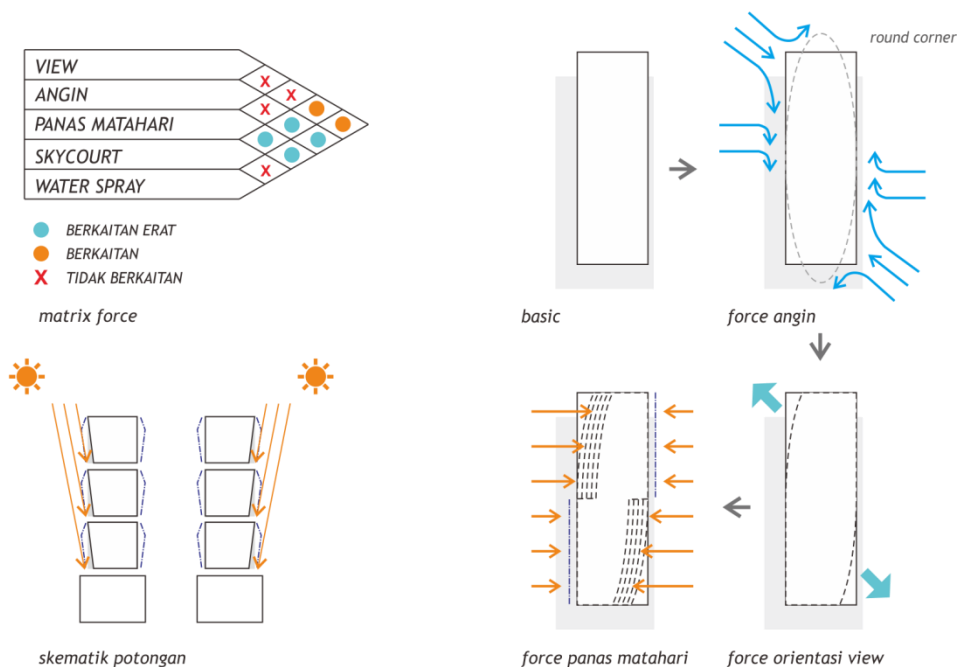
➤ *Eksplorasi Bentuk Bangunan*

Eksplorasi bentuk bangunan berupaya mencari bentuk bangunan yang merespon *force* (panas matahari, angin, potensi view) dan juga memperhatikan efisiensi dari segi s/v ratio & penerimaan panas bangunan.

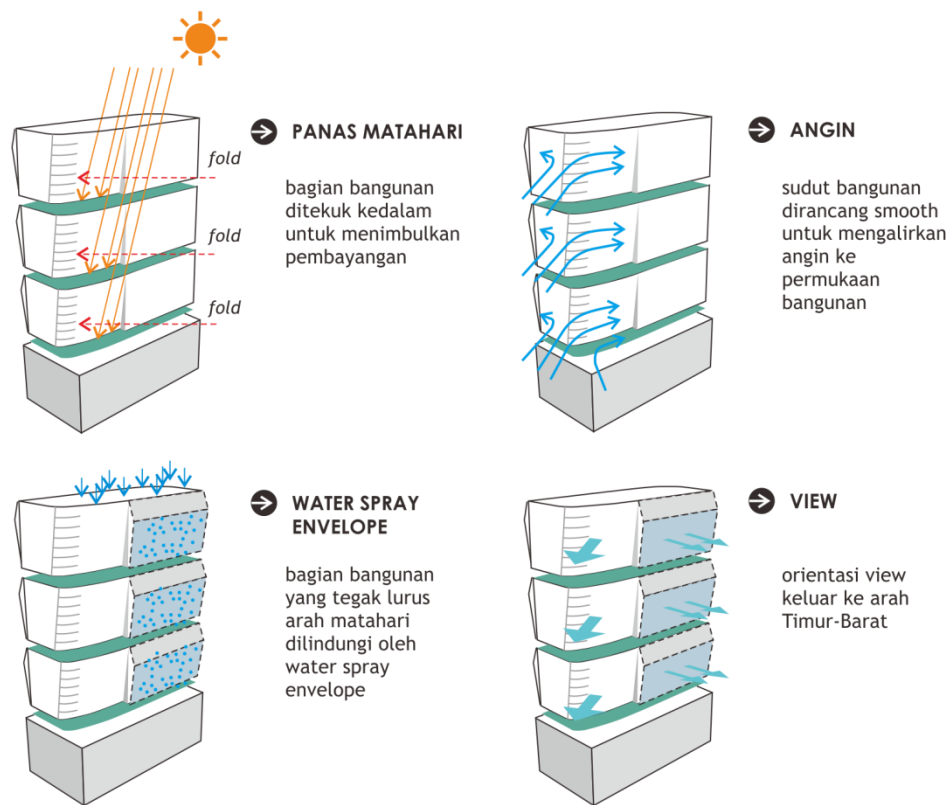
Force yang digunakan sebagai landasan akan mempengaruhi bentuk bangunan (*form*). Selain itu, dalam membangkitkan bentuk bangunan, metode yang digunakan adalah metode *folding*. *Folding* atau melipat adalah teknik yang sering dikenal seperti sebuah origami yaitu dengan melipat, menekan, atau menekuk sebuah bidang. Penerapan *folding* dalam perancangan gedung kantor bertujuan agar bidang-bidang yang dilipat, ditekan, atau ditekuk dapat terhindar dari paparan sinar matahari. Hal tersebut dapat mengurangi transfer panas pada luas permukaan bangunan.

Metode *folding* diaplikasikan pada lingkup bentuk & geometri massa secara general (*buildings*). Bentuk & geometri dilipat, ditekan, atau ditekuk untuk mendapatkan bentuk yang efisien dengan memperhatikan s/v rasio (perbandingan luas permukaan bangunan terhadap selubung bangunan). Efisiensi bentuk bangunan dengan melihat s/v ratio digunakan sebagai evaluasi dari usulan bentuk.

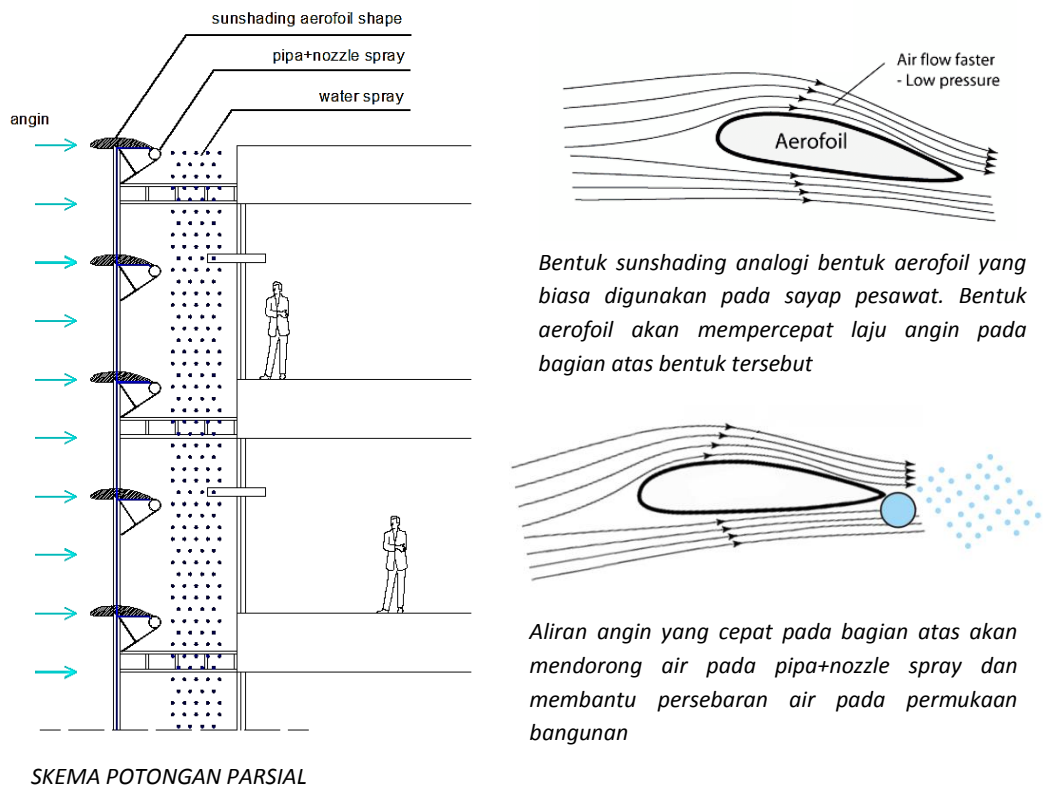
Eksplorasi Bentuk 1 (bangunan & elemen water spray)



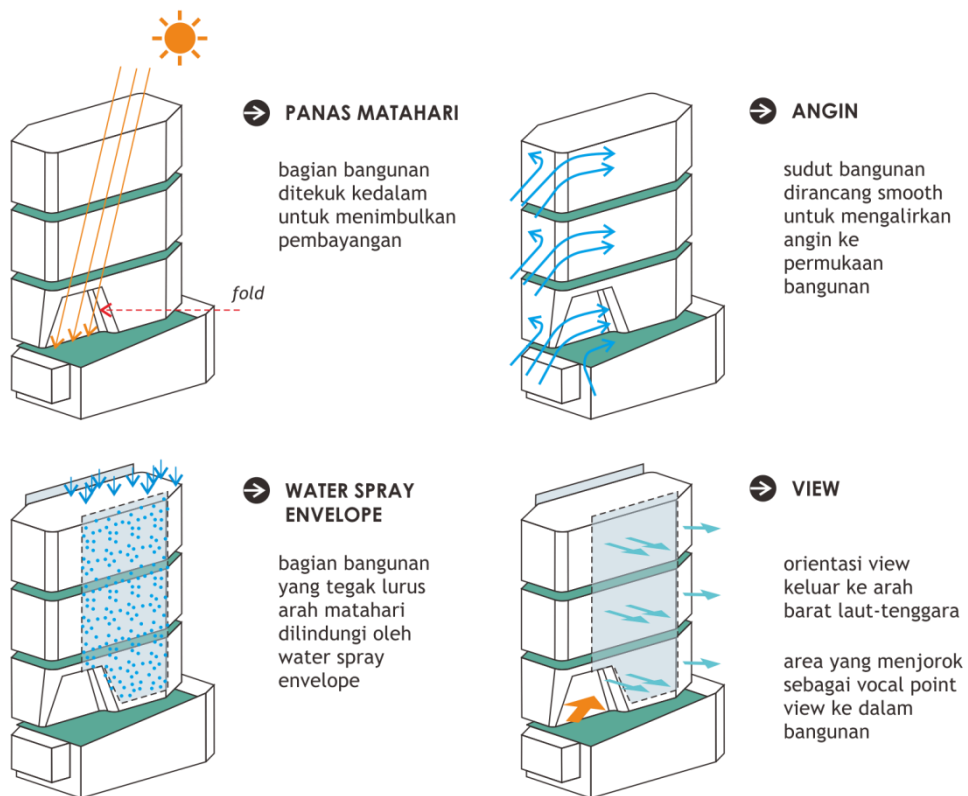
Gambar 5.6 Eksplorasi bentuk 1 berdasarkan *force*



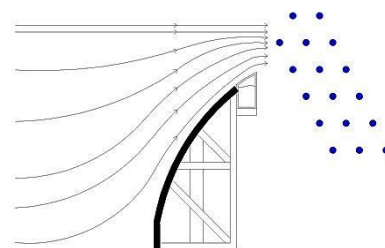
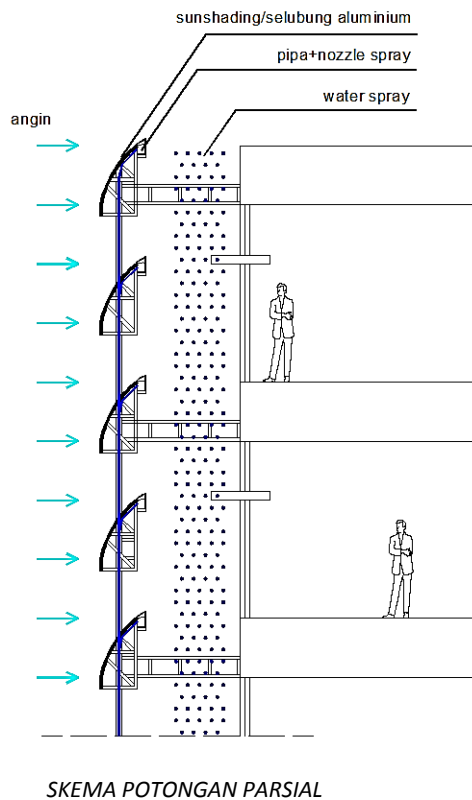
Gambar 5.7 Simulasi 3 dimensi berdasarkan *force* (bentuk 1)



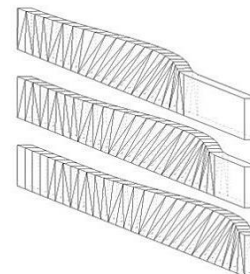
Gambar 5.8 Konsep *water spray envelope* pada bentuk 1



Gambar 5.10 Simulasi 3 dimensi berdasarkan force (bentuk 2)



Prinsip kerja mirip dengan bentuk pada aerofoil namun dengan posisi vertikal. Pada ujung bentuk akan ada percepatan angin yang akan mendorong persebaran air pada pipa nozzle.



BENTUK SUNSHADING MENERUS HORIZONTAL

Gambar 5.11 Konsep water spray envelope pada bentuk 2

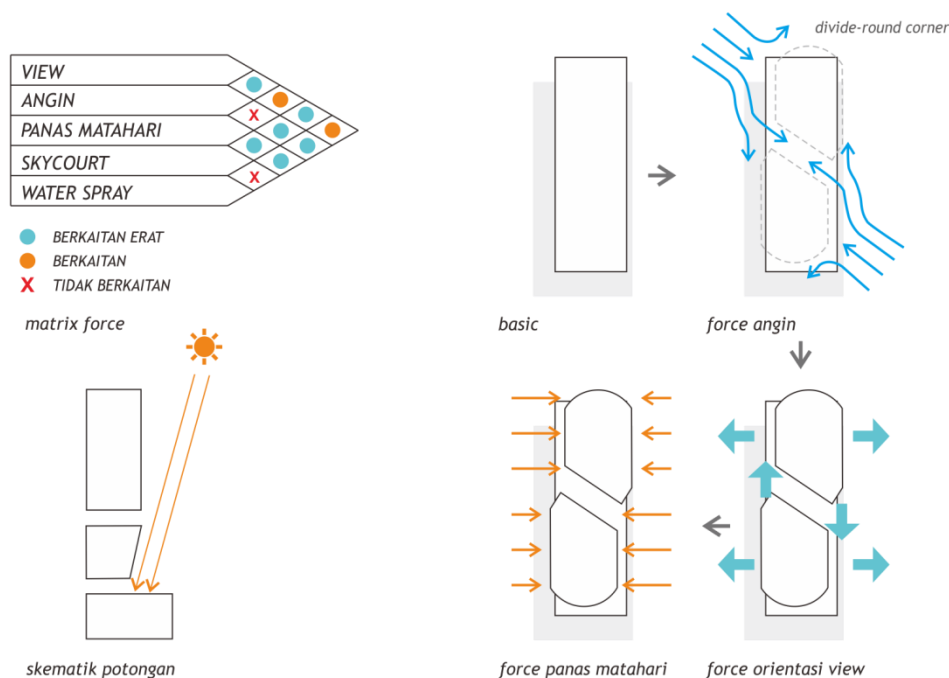
Penjelasan Bentuk 2

Bentuk bangunan berawal dari merespon view dan panas matahari. Orientasi bangunan disesuaikan dengan potensi dan batasan view (menghindari view selatan) sehingga bentuk diputar sekitar 15°. Pada sisi barat bangunan dirancang lebih menjorok kedalam daripada lantai atasnya untuk menghindari paparan panas matahari dan membuat tampilan unik pada bangunan (*vocal point*).

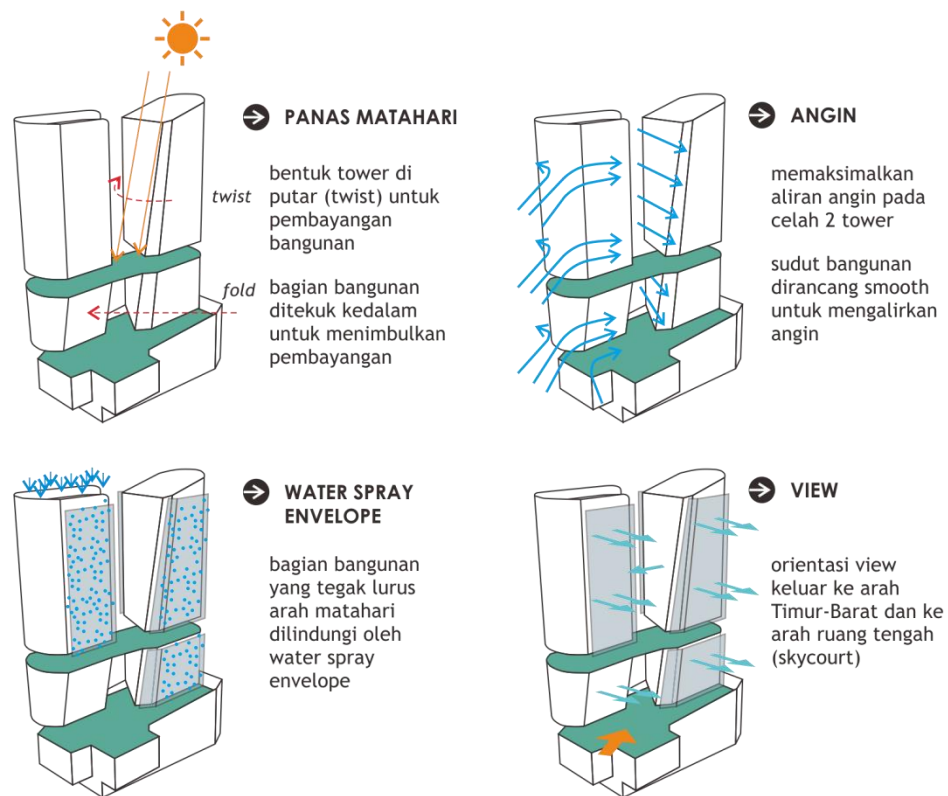
Pada bagian bangunan Timur-Barat yang datar (tidak menjorok kedalam) akan dirancang dengan selubung *water spray*. Selubung tersebut berfungsi sebagai kontrol pencahayaan dan elemen persebaran air pada permukaan bangunan.

Konsep elemen *water spray* dirancang sebagai *sunshading* mirip dengan konsep sebelumnya namun dengan posisi *sunshade* vertikal. Bentuk *sunshading* tersebut juga mempercepat laju angin dan membantu persebaran air pada pipa nozzle. Kelemahan konsep *elemen water spray* ini adalah bentuk elemen akan mempersempit view keluar bangunan.

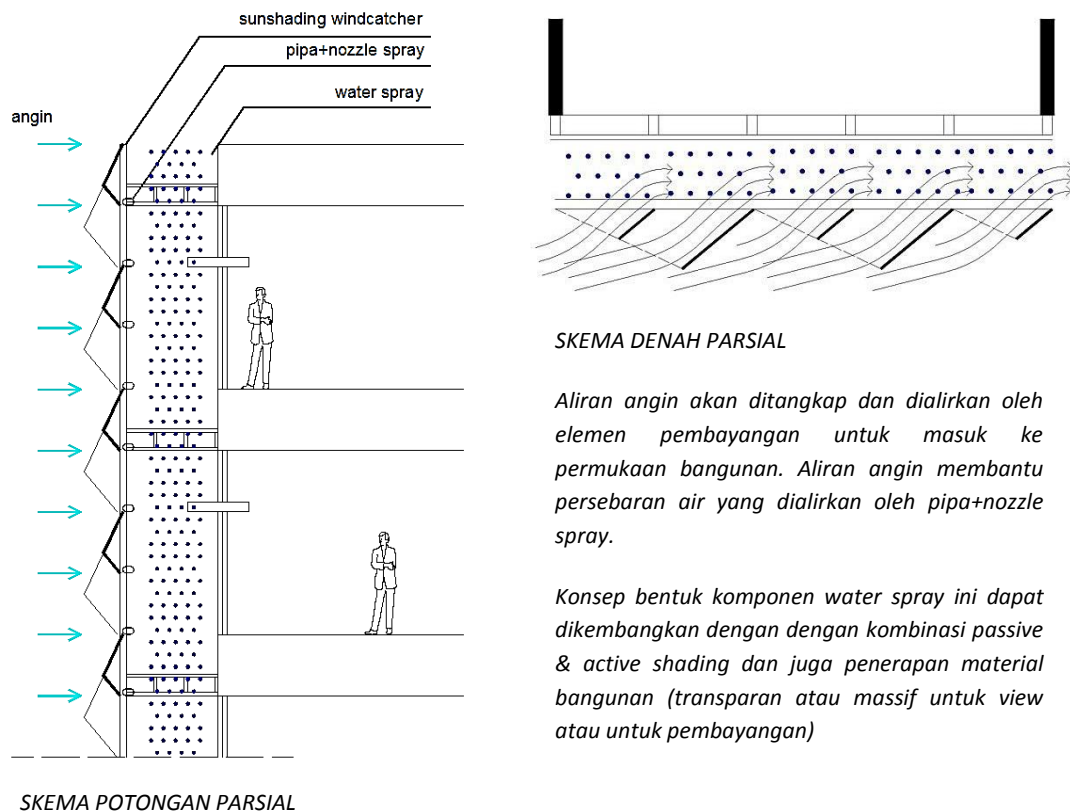
Eksplorasi Bentuk 3 (bangunan & elemen water spray)



Gambar 5.12 Eksplorasi bentuk 3 berdasarkan *force*



Gambar 5.13 Simulasi 3 dimensi berdasarkan *force* (bentuk 3)



Gambar 5.14 Konsep *water spray envelope* pada bentuk 3

Penjelasan Bentuk 3

Bentuk bangunan berawal dari merespon arah dan distribusi angin terbesar yang melalui lahan/bangunan. Bangunan yang memanjang dibagi menjadi dua bagian untuk mengakomodasi pergerakan angin. Beberapa bagian bangunan (sisi barat) dirancang lebih menjorok kedalam daripada lantai atasnya untuk menghindari paparan panas matahari.

Pada bagian bangunan Timur-Barat yang datar (tidak menjorok kedalam) akan dirancang dengan selubung *water spray*. Selubung tersebut berfungsi sebagai kontrol pencahayaan dan elemen persebaran air pada permukaan bangunan.

Konsep elemen *water spray* dirancang sebagai *sunshading*/elemen pembayangan bentuk sebagai *windcatcher* (penangkap angin). Tujuan dari desain *windcatcher* tersebut adalah untuk menangkap dan memperbanyak aliran angin yang diterima permukaan bangunan untuk membantu persebaran air (*spray*).

Ketiga eksplorasi bentuk diatas mempunyai kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan. Namun agar lebih valid dalam menentukan bentuk bangunan yang sesuai maka pada tahap evaluasi diperlukan parameter yang berhubungan dengan kriteria rancang.

➤ *Evaluasi Bentuk Bangunan*

Seperti pada tahapan *propose form* yang sebelumnya, eksplorasi bentuk bangunan yang diusulkan akan dievaluasi dan dipilih mana yang sesuai dengan kriteria rancang dan konsep rancang. Pada tahap evaluasi bentuk bangunan, parameter yang dijadikan evaluasi pada eksplorasi bentuk bangunan berhubungan dengan kriteria s/v ratio bangunan. S/v ratio merupakan salah satu parameter desain yang mempengaruhi peningkatan panas pada bangunan (Markus, 1980). Semakin kecil nilai s/v ratio pada sebuah bentuk & geometri sebuah gedung maka artinya luas permukaan selubung semakin efektif terhadap volume bangunan. Lebih sedikit luas permukaan bangunan yang terpapar radiasi matahari yang berarti hanya sedikit peningkatan panas dalam bangunan sehingga konsumsi energi pendinginan akan berkurang.

Apabila terdapat beberapa alternatif bentuk & geometri dengan nilai s/v ratio yang sama, peningkatan panas bangunan belum tentu sama. Hal ini

dipengaruhi oleh luasan bidang yang terpapar oleh radiasi matahari (Laksmiyanti, 2016). Pada penelitian kinerja bentuk bangunan perkantoran tingkat menengah (Laksmiyanti, 2016), untuk menentukan bentuk & geometri yang paling efektif adalah dengan menentukan faktor-faktor yang berperan dalam peningkatan panas bangunan. Faktor-faktor tersebut antara lain volume, luas permukaan bangunan (*exposed area*) dan ratio dinding Timur-Barat selubung. Berdasarkan hal tersebut maka parameter yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Luas permukaan selubung bangunan. Semakin luas permukaan selubung bangunan yang terpapar radiasi matahari akan semakin besar transfer panas yang didapat. Luas permukaan yang rendah adalah yang lebih baik.
2. Nilai s/v ratio. Rasio luas permukaan bangunan berbanding dengan volume bangunan. Semakin kecil luas permukaan bangunan namun semakin besar volume bangunan maka akan semakin baik. Nilai s/v ratio bangunan terendah adalah yang paling efisien.
3. Luas bidang *water spray envelope*. Semakin luas bidang yang dicover oleh elemen *water spray envelope* tentunya semakin baik untuk mengurangi transfer panas kedalam bangunan. Luas bidang *water spray envelope* sesuai dengan komposisi usulan desain.
4. Energi Panas Permukaan Bangunan. Semakin kecil energi yang diterima bangunan akibat paparan matahari maka semakin kecil penggunaan energi bangunan (berdasarkan hasil simulasi panas bangunan)

Keempat parameter tersebut dapat dihitung berdasarkan data-data secara terukur untuk melihat mana yang paling efektif atau efisien.

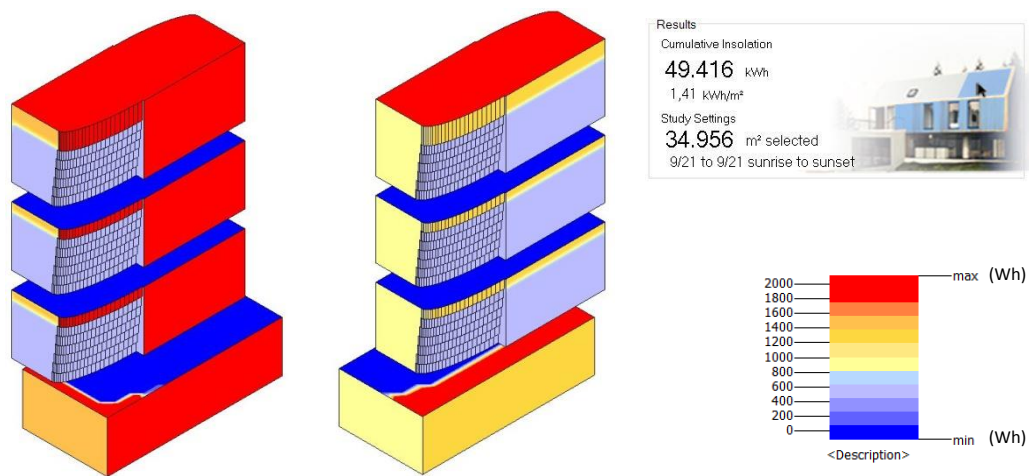
Berdasarkan data iklim pada lahan perancangan, Surabaya mempunyai suhu terpanas pada bulan September-Oktober (gambar 4.18). Selain itu, data dari BPS menunjukkan bahwa pada bulan Agustus-September-Oktober kota Surabaya mendapatkan penyinaran matahari terbesar (antara 93-100%) (gambar 5.15). Berdasarkan data tersebut maka diambil sampel simulasi pada bulan terpanas kota Surabaya untuk melihat seberapa efektif bentuk bangunan terhadap penerimaan panas permukaan bangunan.

Simulasi yang dilakukan adalah simulasi sederhana untuk mengetahui energi panas yang diterima oleh permukaan bangunan. Simulasi dilakukan dengan penggunaan software Revit Architecture dengan plugin Insight untuk mengetahui energi panas yang diterima bangunan dalam satuan kWh/m². Dengan begitu setiap bentuk yang diusulkan dapat dianalisa penerimaan energi panas yang diterima. Semakin kecil nilai energi yang diterima bangunan maka akan semakin baik/efisien.

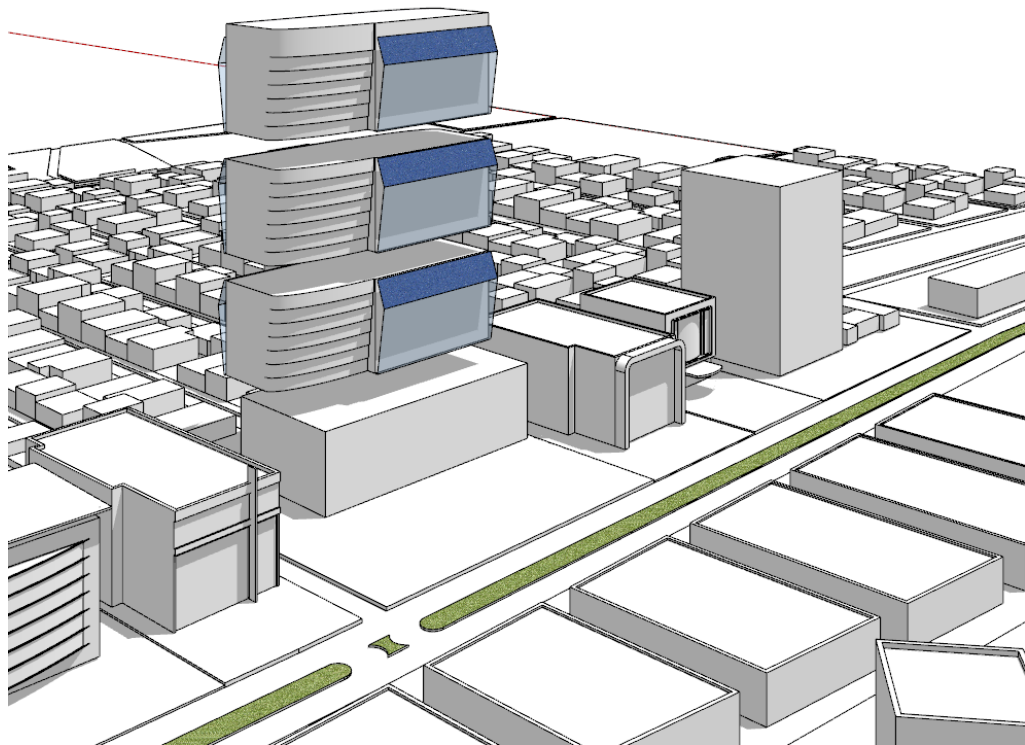
Bulan/ Month	Kelembaban/ Relative Humidity(%)	Tekanan Udara/ Atmospher Pressure (Mbs)	Temperatur/ Temperature 0°C	Matahari/ Sunshine Duration(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Januari/January	82	1009.9	27.7	4
Pebruari/February	80	1009.4	28.3	49
Maret/March	81	1009.4	28.4	49
April/April	80	1010.1	28.8	45
Mei/May	80	1010.5	28.8	54
Juni/June	80	1009.7	28.4	47
Juli/July	75	1011.1	27.8	66
Agustus/August	67	1012.7	28.2	96
September/September	64	1012.6	28.2	100
Oktober/October	64	1010.1	30.2	93
Nopember/November	73	1010.1	29.2	61
Desember/December	81	1009.6	27.8	43
Rata-rata/Average	76	1010.4	28.5	59

Gambar 5.15 Referensi data iklim paparan matahari kota Surabaya (Badan Pusat Statistik Surabaya, 2016)

Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 1



Simulasi panas matahari terlama di Surabaya (21 September)

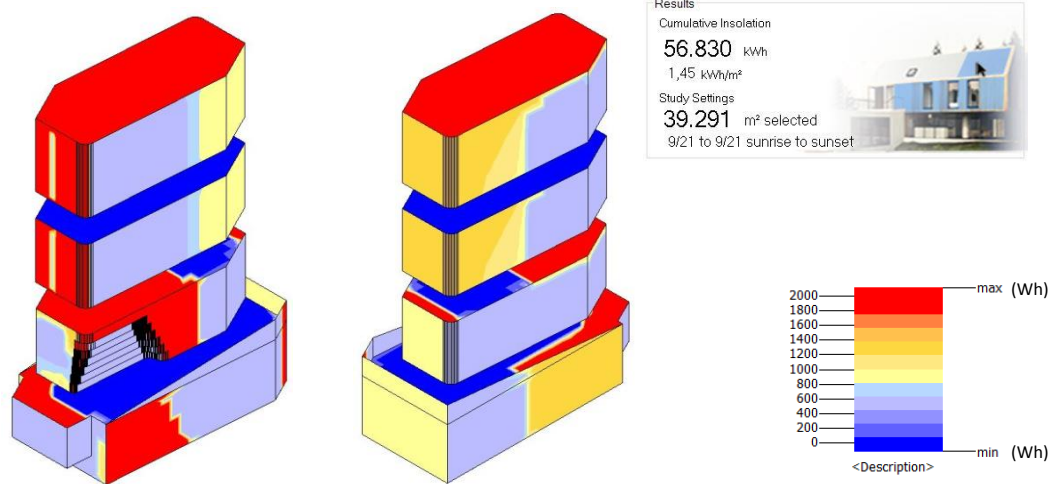


Hubungan bangunan terhadap lingkungan

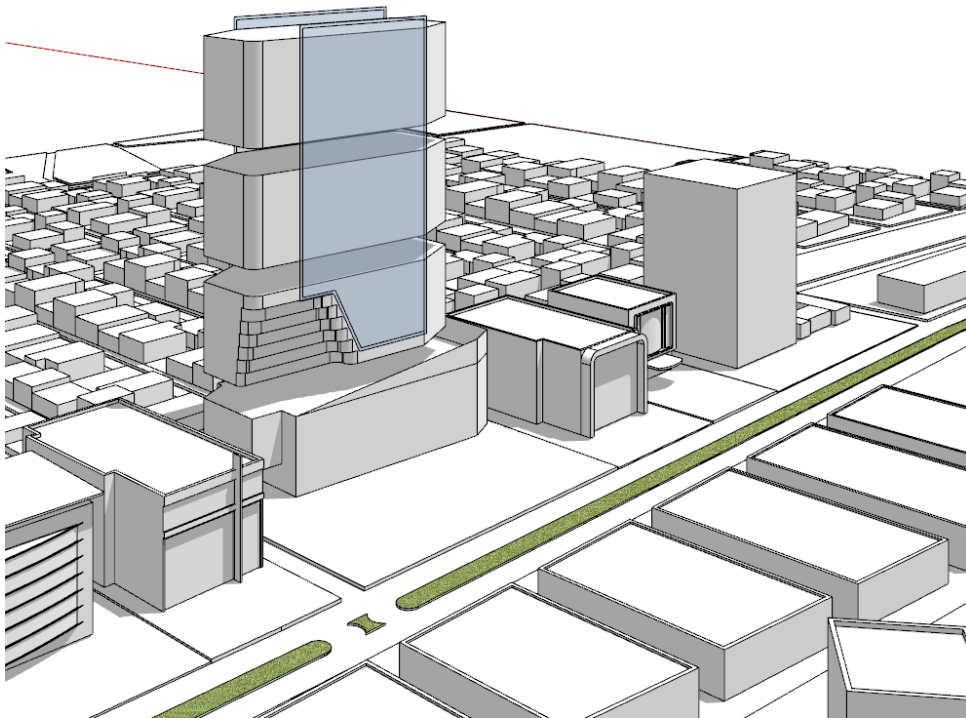
Tabel 5.4 Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 1

NO	PARAMETER	NILAI	SATUAN
1.	LUAS PERMUKAAN SELUBUNG	34.956	M²
2.	VOLUME BANGUNAN	268.008	M³
3.	S/V RATIO	0.130	-
4.	PANAS PERMUKAAN BANGUNAN	1.41	kWh/M²
5.	LUAS ELEMEN WATER SPRAY ENVELOPE	8.238	M²

Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 2



Simulasi panas matahari terlama di Surabaya (21 September)

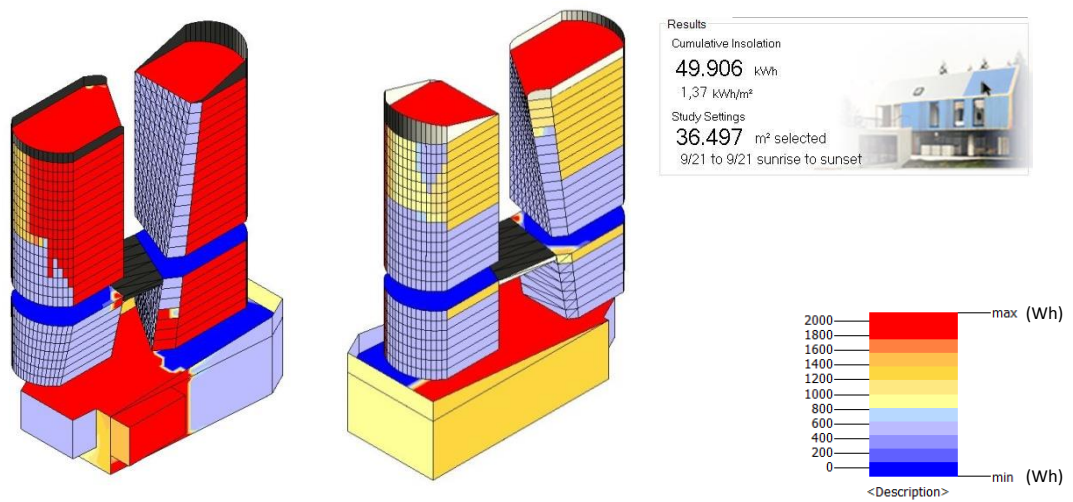


Hubungan bangunan terhadap lingkungan

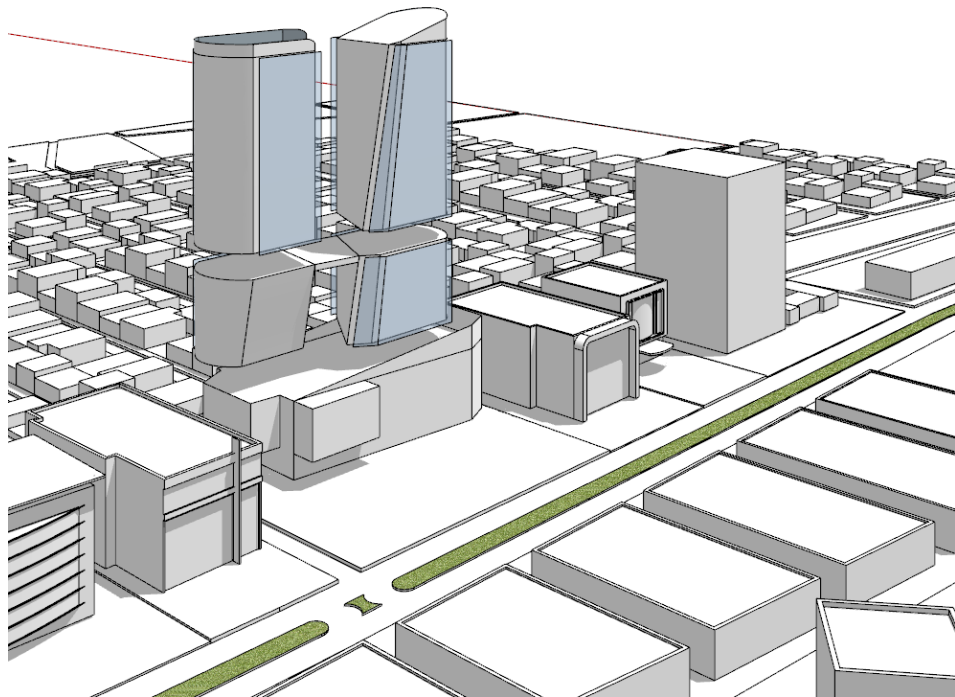
Tabel 5.5 Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 2

NO	PARAMETER	NILAI	SATUAN
1.	LUAS PERMUKAAN SELUBUNG	39.291	M²
2.	VOLUME BANGUNAN	268.305	M³
3.	S/V RATIO	0.144	-
4.	PANAS PERMUKAAN BANGUNAN	1.45	kWh/M²
5.	LUAS ELEMEN WATER SPRAY ENVELOPE	8.504	M²

Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 3



Simulasi panas matahari terlama di Surabaya (21 September)



Hubungan bangunan terhadap lingkungan

Tabel 5.6 Evaluasi Penerimaan Panas Bentuk 3

NO	PARAMETER	NILAI	SATUAN
1.	LUAS PERMUKAAN SELUBUNG	36.497	M²
2.	VOLUME BANGUNAN	268.235	M³
3.	S/V RATIO	0.136	-
4.	PANAS PERMUKAAN BANGUNAN	1.37	kWh/M²
5.	LUAS ELEMEN WATER SPRAY ENVELOPE	9.498	M²

Dari beberapa bentuk yang diusulkan, hasil dari parameter akan menunjukkan bagaimana bentuk bangunan berpengaruh terhadap penerimaan panas bangunan. Dengan volume bangunan yang kurang lebih sama (sekitar 280.000 m³) namun mempunyai luas permukaan yang berbeda, s/v ratio yang berbeda, dan juga penerimaan panas matahari yang berbeda. Komposisi luas *water spray envelope* juga berbeda sesuai dengan komposisi desain yang diusulkan.

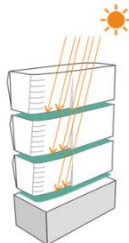
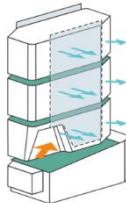
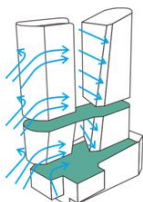
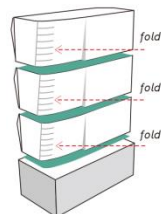
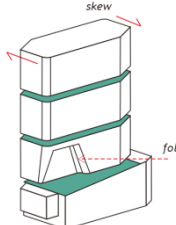
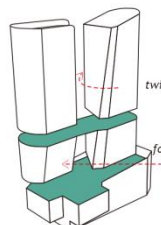
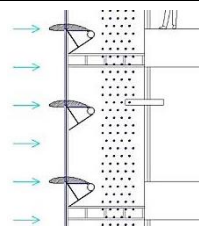
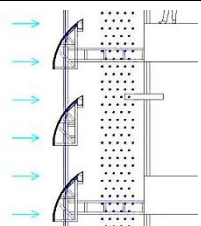
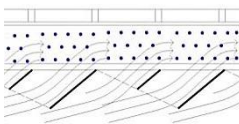
Bentuk 1 mempunyai luas permukaan terkecil diantara bentuk yang lain (34.956 m²). Dengan volume bangunan sebesar 268.008 m³ maka s/v ratio nya adalah 0.130. S/v ratio tersebut merupakan yang paling efektif diantara bentuk yang lain. Namun dari segi penerimaan panas bangunan, bentuk 1 menerima panas bangunan sebesar 1,41 kWh/m² yang artinya paling besar kedua (diantara) bentuk lainnya.

Bentuk 2 mempunyai luas permukaan terbesar diantara bentuk yang lain (39.291 m²). Dengan volume bangunan sebesar 268.305 m³ maka s/v ratio nya adalah 0.144. S/v ratio tersebut merupakan yang terbesar diantara bentuk yang lain sehingga kurang efisien. Namun dari segi penerimaan panas bangunan, bentuk 2 menerima panas sebesar 1,45 kWh/m² yang artinya paling besar diantara bentuk lainnya.

Bentuk 3 mempunyai luas permukaan sebesar 36.497 m² yang merupakan diantara bentuk 1 & bentuk 2. Bentuk 3 mempunyai volume bangunan sebesar 268.235 m³ maka s/v ratio nya adalah 0,136 (terendah kedua setelah bentuk 1). Namun dari segi penerimaan panas bangunan, bentuk 3 merupakan yang paling rendah yakni menerima panas sebesar 1,37 kWh/m².

Keseluruhan bentuk yang dievaluasi mempunyai kelebihan dan kelemahan pada beberapa parameter. Perlu dipertimbangkan diantara kelima parameter tersebut mana yang mempunyai paling banyak kelebihan sehingga berpengaruh baik terhadap rancangan. Berikut perbandingan usulan bentuk bangunan berserta perbandingan evaluasi terhadap penerimaan panas bangunan.

Tabel 5.7 Perbandingan Usulan Bentuk Bangunan & Perbandingan Evaluasi Penerimaan Panas Bangunan

NO	KRITERIA/ PARAMETER	BENTUK 1	BENTUK 2	BENTUK 3			
1.	PENGARUH FORCE (panas, angin, view)	 Dominasi Force Panas	 Dominasi Force View keluar	 Dominasi Force Angin			
2.	BENTUK BANGUNAN	 Fold-Press	 Skew-Fold	 Twist-Fold			
3.	BENTUK WATER SPRAY ENVELOPE	 Tipikal Horizontal Blind	 Tipikal Vertical Blind	 Tipikal Windcatcher (Vertical Blind)			
NO	KRITERIA/ PARAMETER	BENTUK 1		BENTUK 2		BENTUK 3	
		NILAI	KET.	NILAI	KET.	NILAI	KET.
1.	LUAS PERMUKAAN SELUBUNG (m2)	34.956 m2	BAIK (PALING RENDAH)	39.291 m2	KURANG (PALING TINGGI)	36.496 m2	CUKUP
2.	VOLUME BANGUNAN (m3)	268.008 m3	KURANG (PALING RENDAH)	268.305 m3	BAIK (PALING TINGGI)	268.235 m3	CUKUP
3.	S/V RATIO	0.130	BAIK (PALING EFISIEN)	0.144	KURANG (TIDAK EFISIEN)	0.136	CUKUP (CUKUP EFISIEN)
4.	PANAS PERMUKAAN BANGUNAN (kWh/m2)	1.41 kWh/ m2	CUKUP (CUKUP PANAS)	1.45 kWh/ m2	KURANG (PALING PANAS)	1.37 kWh/ m2	BAIK (PANAS RENDAH)
5.	LUAS ELEMEN WATER SPRAY ENVELOPE (m2)	8.238 m2	KURANG (KURANG LUAS)	8.504 m2	CUKUP (CUKUP LUAS)	9.498 m2	BAIK (PALING LUAS)

Ketiga bentuk yang diusulkan mempunyai dominasi *force* yang berbeda. Bentuk 1 berawal dari merespon *force* panas matahari, bentuk 2 berawal dari merespon *force* view, dan bentuk 3 berawal dari merespon *force* angin. Namun tetap ketiga usulan bentuk memperhatikan keseluruhan *force* dengan porsi yang berbeda. Dalam men-generate usulan bentuk, metode *folding* diterapkan untuk merespon *constraint* panas matahari. Penerapan metode *folding* pada setiap usulan bentuk juga berbeda-beda. Beberapa bagian bentuk bangunan ada yang dilipat, ditekan, atau dipuntir untuk menghasilkan bentuk yang dapat menciptakan pembayangan pada bangunan. Bentuk komponen *water spray envelope* yang diusulkan akan dikembangkan lebih detail. Kemungkinan kombinasi antar usulan desain juga dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja komponen *water spray* yang mengakomodasi beberapa fungsi bangunan.

Dilihat berdasarkan perbandingan penerimaan panas bangunan, dari ketiga usulan bentuk, bentuk 3 mempunyai posisi yang berada diantara bentuk 1 dan 2 dari segi luas permukaan selubung, volume bangunan, dan s/v ratio bangunan. Namun mempunyai keunggulan bahwa menerima panas bangunan yang paling rendah dan mempunyai elemen *water spray envelope* yang paling luas. Dengan demikian kecenderungan bentuk rancangan mengarah ke bentuk 3 dan akan disempurnakan dan didetailkan pada tahap selanjutnya.

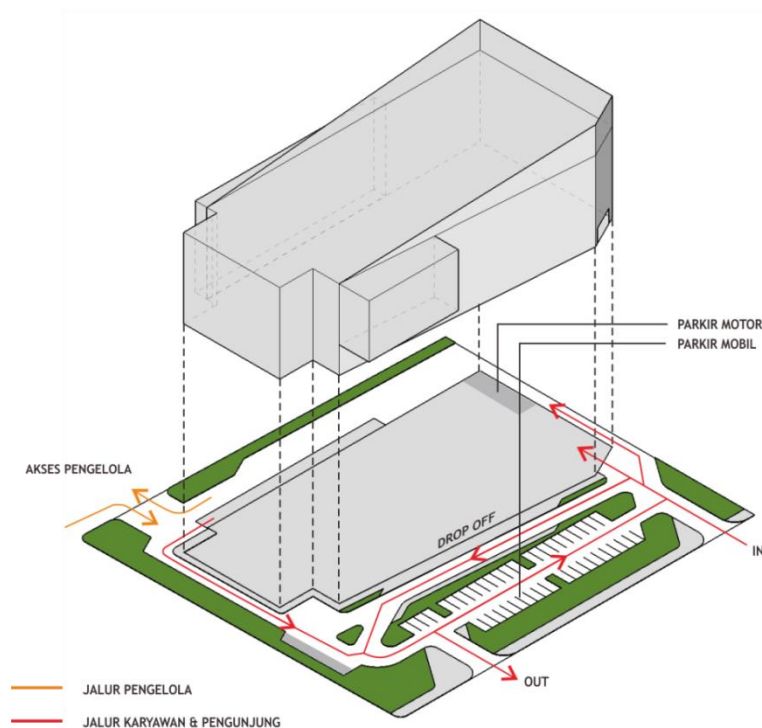
Keseluruhan *element & part* dari usulan terpilih akan dikembangkan dan kemudian diperjelas/diperbaiki menjadi lebih baik pada tahap *refine*. Elemen arsitektur tersebut meliputi *site plan*, denah/layout plan, bentuk bangunan dan komponen *water spray envelope*. *Element & part* (bagian bangunan) akan diperbaiki untuk mendapatkan kesesuaian secara fungsi bangunan dan juga ukur/dimensi bangunan.

5.2.2 Refine

Refine merupakan tahap perbaikan elemen-elemen yang telah dievaluasi. Pada tahap ini, rancangan mendekati kesesuaian baik secara fungsi bangunan dan juga dimensi bangunan. Pada tahap *refine*, proses *iterative* (berulang) dari eksplorasi ke evaluasi dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Refine site plan

Eksplorasi *site plan* 1 (lihat tabel 5.2) mempunyai kecenderungan sirkulasi yang mengalir dan efektif pada lahan & bangunan. Pengunjung kantor dapat langsung menuju parkir gedung atau menuju parkir halaman. Area *drop off* dilalui sebelum menuju parkir halaman. Sirkulasi yang melingkar (*loop*) mempunyai keuntungan bagi pengunjung. Pintu *entrance* dan keluar yang berjauhan tidak menimbulkan sirkulasi silang sehingga menghindari terjadinya kemacetan pada *site*.



Gambar 5.16 Rencana site plan perancangan gedung kantor

Koefisien Dasar Bangunan (KDB) berkisar 3.845 m² dimana nilai tersebut masih sesuai dengan maksimal KDB sebesar 4.576 m². Kebutuhan parkir mobil sesuai kebutuhan yakni 240 unit mobil. Pada area parkir halaman mampu menampung 47 mobil sehingga sisa kebutuhan berada pada area parkir bangunan. Total kebutuhan parkir kendaraan mencukupi kebutuhan pengguna bangunan (total parkir mobil 278 unit).

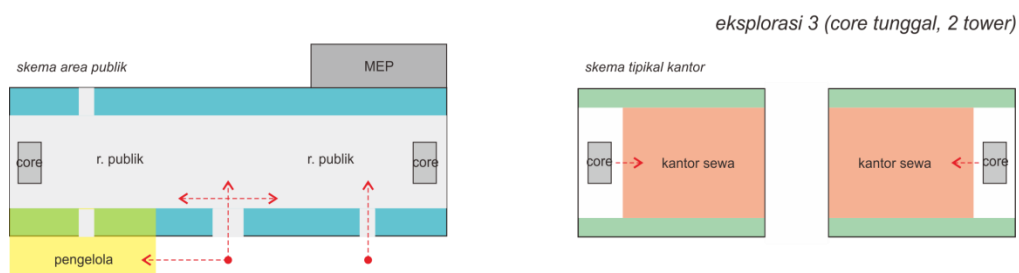


Gambar 5.17 Bangunan gedung kantor terhadap *site plan*

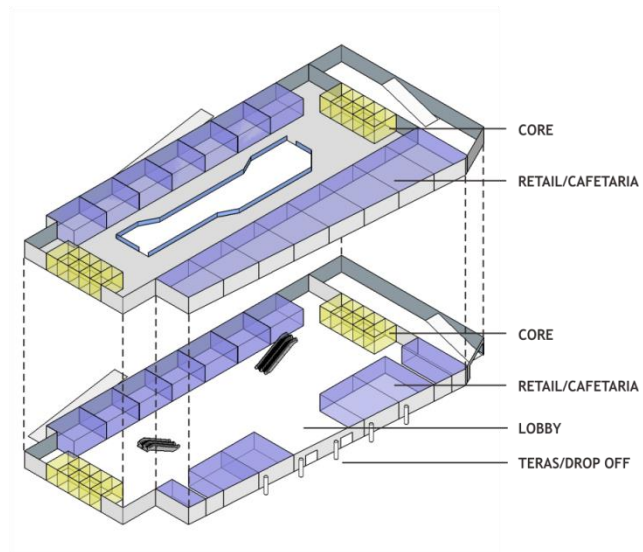
Koefisien Dasar Hijau (KDH) pada lahan perancangan sebesar 1.808 m² (19%). Nilai tersebut telah memenuhi syarat minimal KDH (10%) yang telah ditetapkan oleh peraturan daerah setempat.

Refine Denah/Layout Plan

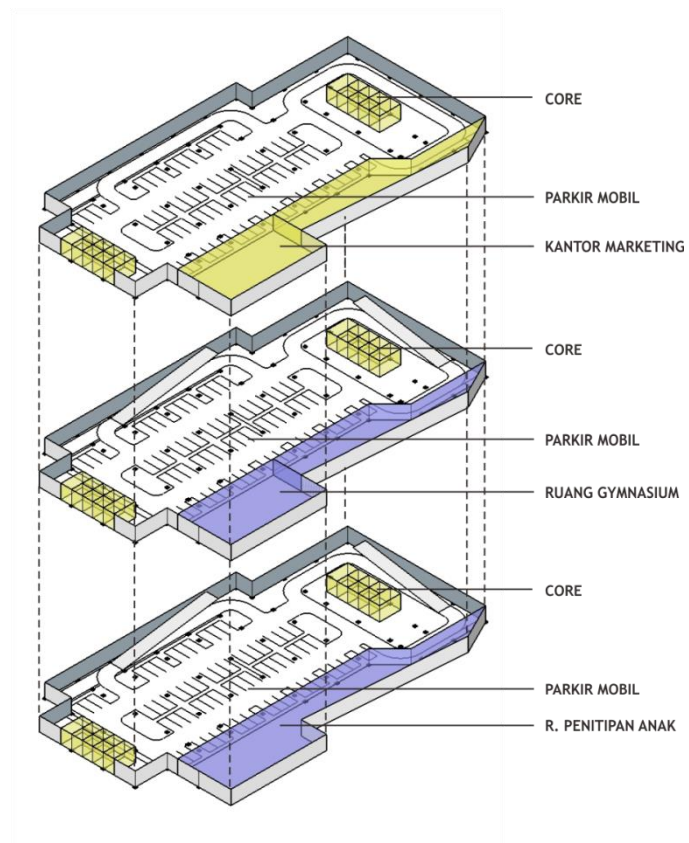
Eksplorasi denah/layout plan 3 (gambar 5.4) mempunyai kesesuaian terhadap eksplorasi bentuk 3 yang akan dirancang. Eksplorasi bentuk 3 mempunyai penerimaan panas matahari yang rendah dan efektifitas volume bentuk yang cukup efektif. Bentuk 3 sesuai dengan komposisi denah/layout plan 3 dimana terdiri dari dua tower dengan masing-masing tower mempunyai inti bangunan. Inti bangunan dirancang pada sisi Utara-Selatan sebagai penahan panas sisi Utara-Selatan. Sedangkan penahan panas sisi Timur-Barat bangunan telah diakomodasi oleh *water spray envelope*.



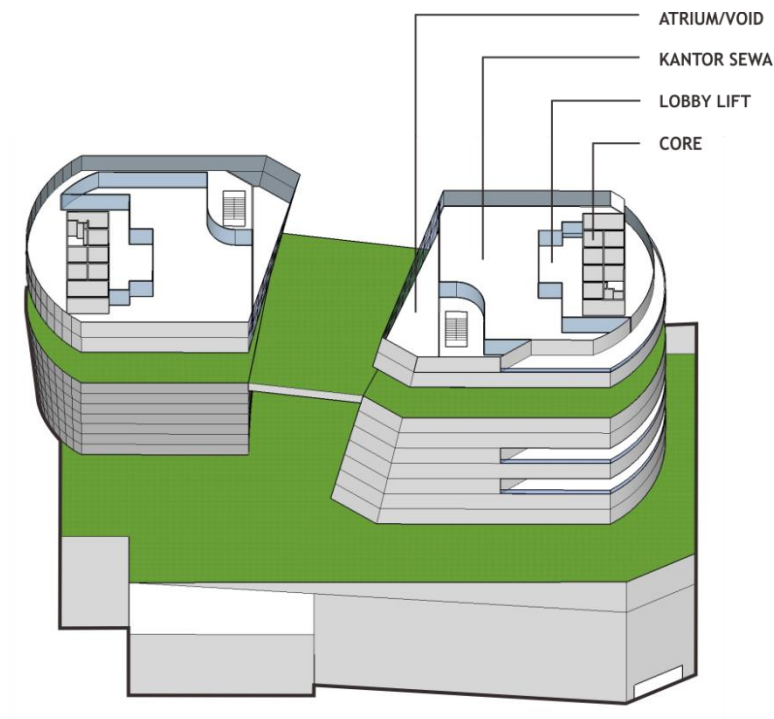
Gambar 5.18 Eksplorasi denah/layout 3 lebih sesuai dengan karakter eksplorasi bentuk 3



Gambar 5.19 Denah area publik (lantai 1-2)



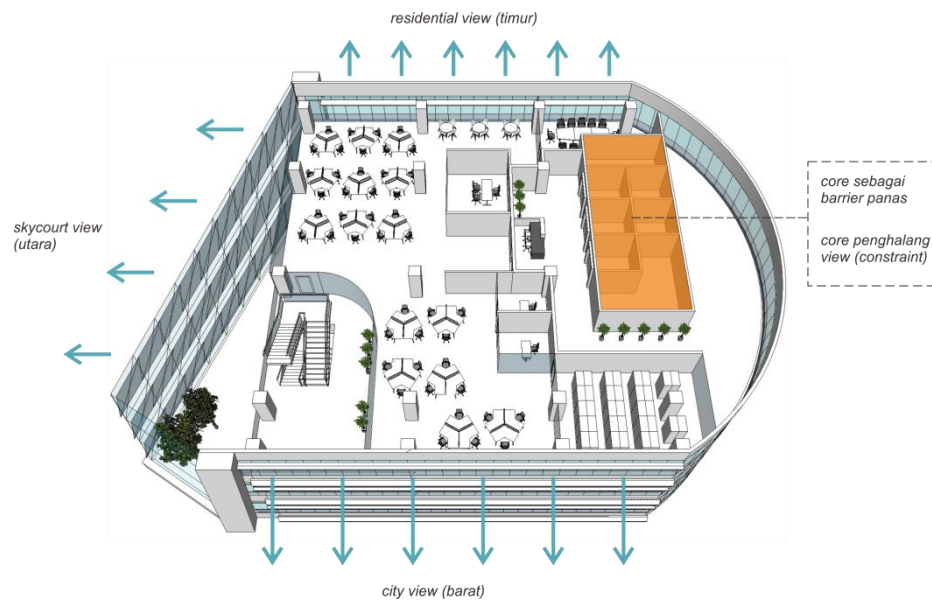
Gambar 5.20 Denah lantai 3-5 (area parkir dan fasilitas penunjang)



Gambar 5.21 Denah area perkantoran pada tower bangunan

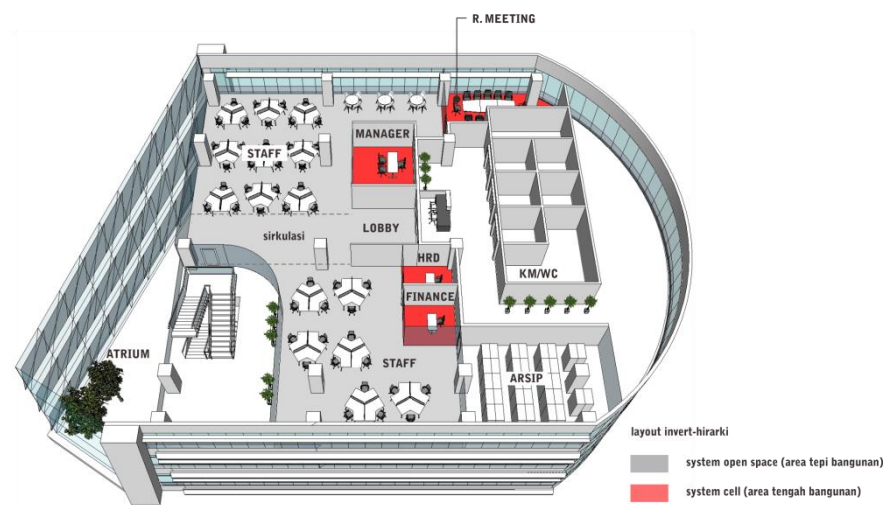
Area lantai 1 dan 2 merupakan area publik. Area tersebut dapat diakses oleh semua pengguna bangunan. Area publik didominasi untuk area cafeteria dan retail. Lantai 3 hingga lantai 5 merupakan area parkir namun terdapat beberapa fungsi fasilitas penunjang. Kantor pengelola terletak pada lantai 5 bangunan. Lantai 3 & 4 terdapat area gym dan tempat penitipan anak. Pada tower bangunan keseluruhan digunakan sebagai kantor sewa. Pada area kantor sewa, hanya pekerja kantor yang dapat mengakses area tersebut dikarenakan merupakan area *private*.

Denah kantor sewa terdiri dari area kantor sewa pada tiap tower dan tiap lantai. Terdapat atrium/void yang menerus pada area kantor yang bertujuan untuk sirkulasi udara dalam bangunan. *Skycourt* terletak pada lantai 6 dan lantai 14 bertujuan sebagai ruang interaksi pengguna kantor sewa dan juga sebagai *passive cooling* pada bangunan. Penerapan *skycourt* merupakan rancangan yang perlu dipenuhi berdasarkan kriteria dan konsep rancang.



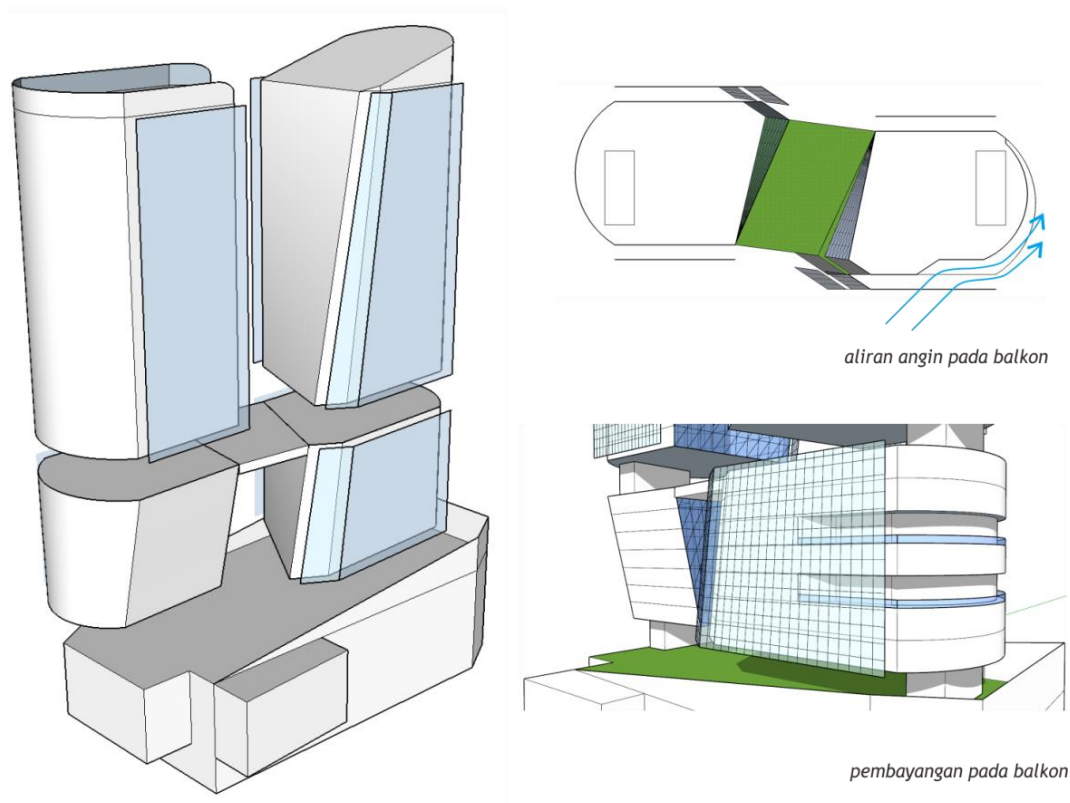
Gambar 5.22 Penataan ruang kantor akibat *force view*. View ruang kantor memaksimalkan view ke arah Timur-Barat dan menghindari arah Selatan

Penataan ruang kantor didesain berdasarkan pengaruh *force*. Pada penataan ruang kantor ini, *force view* dan *culture* menjadi pertimbangannya. Area ruang kerja akan mendapatkan view ke arah Timur-Barat dimana arah tersebut merupakan arah yang direkomendasikan (view kota & pemukiman). View juga menghindari arah selatan berdasarkan *constraint*. Berdasarkan *culture*, area kantor menerapkan layout invert-hirarki. Manager berada pada area tengah dan staff pada area tepi bangunan. Staff atau pekerja pada area tepi (yang mendapat pencahayaan & aliran udara) akan menjadi lebih produktif (Crosby, 2008).



Gambar 5.23 Penataan ruang kantor juga dipengaruhi oleh *force culture*

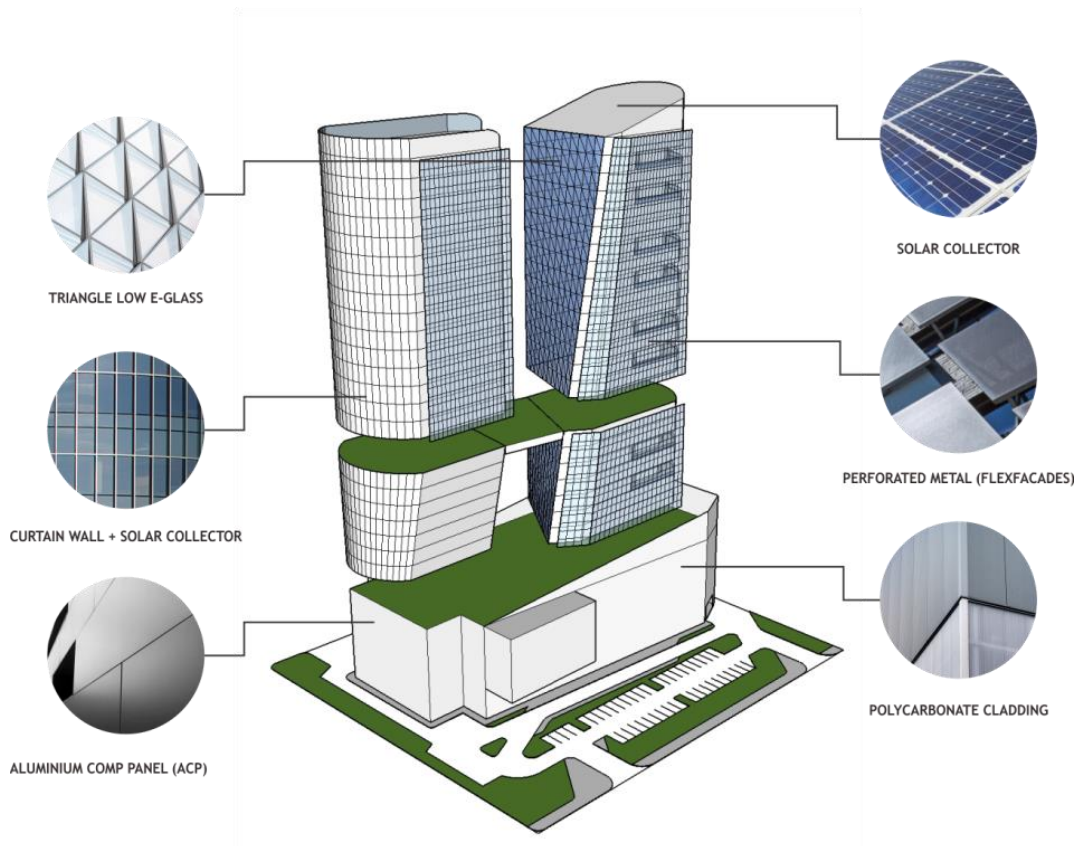
Refine Bentuk & Material Bangunan



Gambar 5.24 Perbaikan pada sisi bangunan dengan penambahan fungsi balkon

Secara garis besar, bentuk bangunan tidak mengalami perbaikan yang signifikan. Namun pada sisi selatan bangunan, dirancang dengan penambahan balkon. Balkon pada sisi selatan berfungsi sebagai pemberi pembayangan pada bangunan pada saat matahari berada pada sisi selatan (sekitar 5 bulan). Dengan adanya pembayangan tersebut diharapkan dapat mengurangi paparan panas matahari.

Selain itu, bentuk balkon dirancang mengikuti kurva bangunan sehingga aliran angin akan mengikuti permukaan bentuk bangunan. Hal tersebut akan meningkatkan pergerakan angin pada permukaan yang diharapkan mempunyai pengaruh besar terhadap penyerapan/mengalirkan panas permukaan bangunan. Balkon juga dapat dimanfaatkan sebagai view bagi pengguna gedung perkantoran.

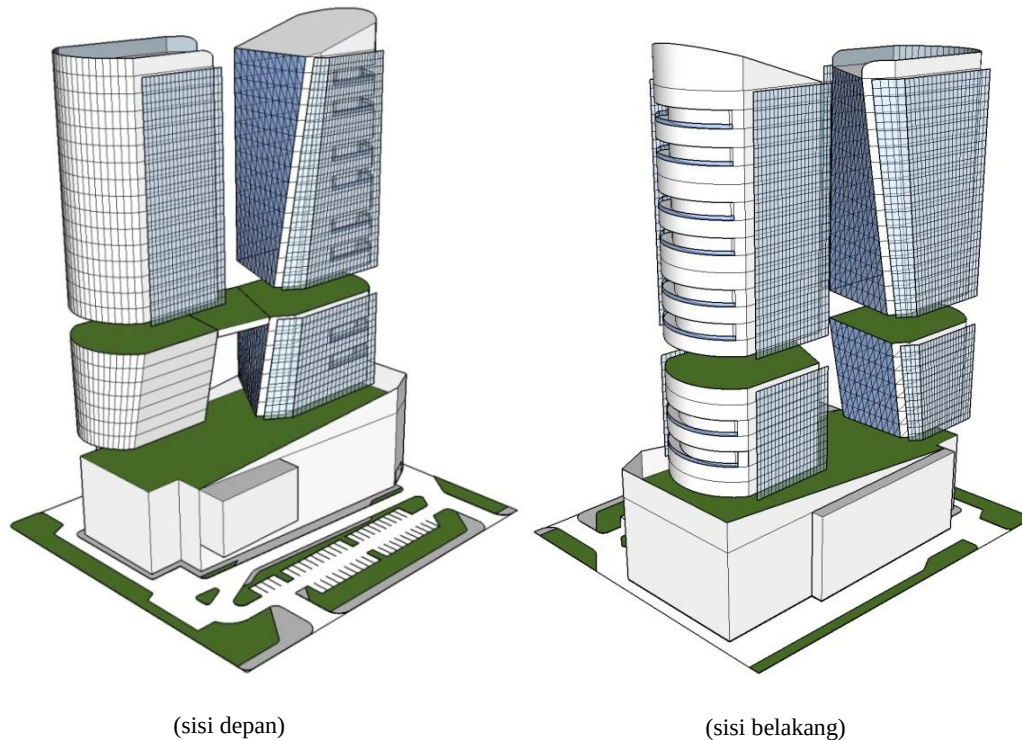


Gambar 5. 25 Penerapan material pada bentuk bangunan

Material yang digunakan pada perancangan gedung kantor ini berupaya menggunakan material yang ramah lingkungan. Pada area podium atau area yang cukup rendah, material kaca digantikan oleh material ETFE Foil atau Polycarbonate Cladding. Material tersebut lebih murah dan lebih ringan dalam pengaplikasiannya sehingga tidak membutuhkan struktur seperti kaca.

Pada selubung bangunan, material utilitas komponen *water spray* menggunakan bahan yang tahan terhadap korosi. Aluminium menjadi alternatif utama pada material utilitas komponen *water spray*. Sedangkan untuk skin/selubung pengarah angin, penggunaan Aluminium Composit Panel (ACP) dikombinasikan dengan Perforated Metal (flexfacades). ACP yang bersifat massif akan mengarahkan angin sedangkan perforated metal mempunyai permukaan lebih transparan berfungsi sebagai view keluar bangunan.

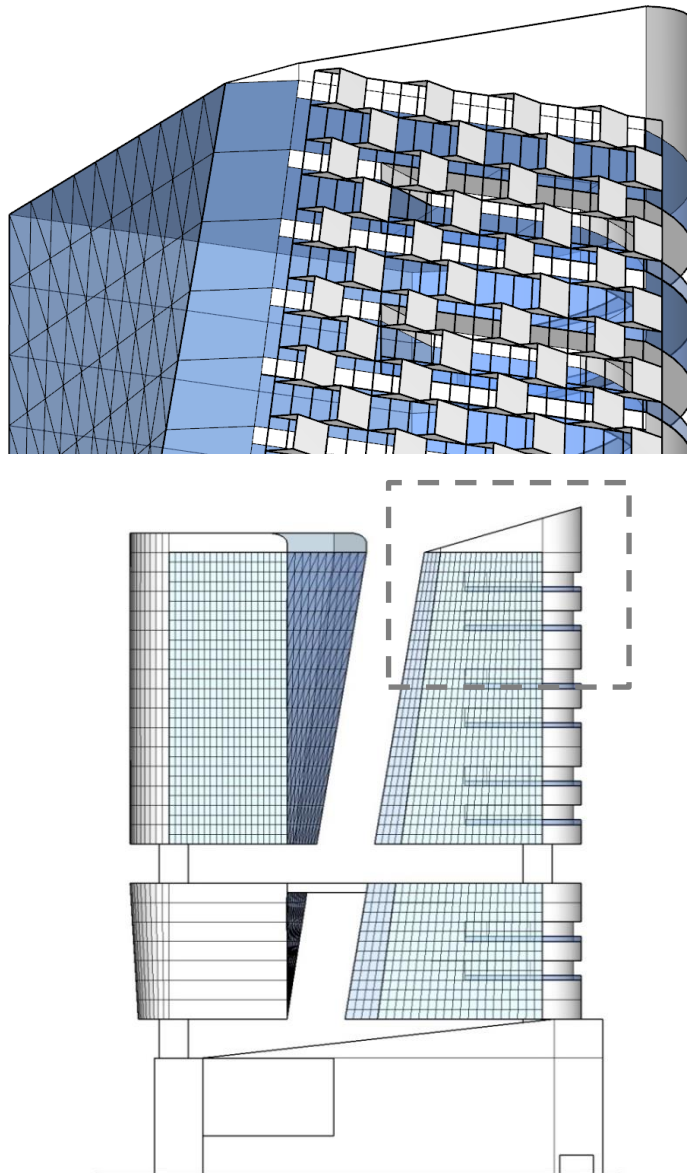
Refine Komponen Water Spray Envelope



Gambar 5.26 Komposisi elemen selubung (*water spray*) pada bentuk bangunan

Komponen *water spray envelope* merupakan elemen selubung bangunan dimana elemen selubung tersebut mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai penahan panas matahari, sebagai kontrol pencahayaan alami, sebagai pengarah aliran angin, dan sebagai jaringan/utilitas air. Namun elemen selubung pada perancangan gedung kantor ini juga tidak menghalangi view keluar bangunan.

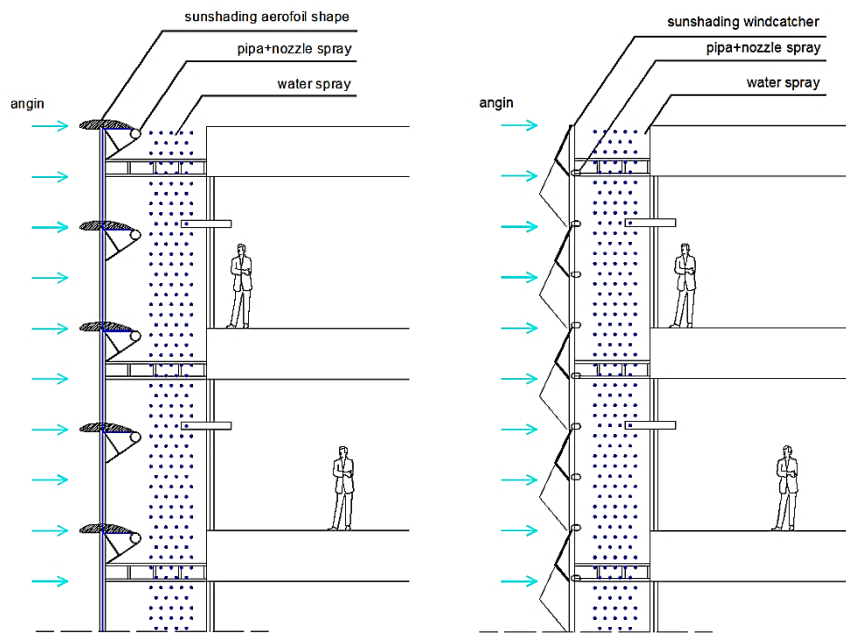
Kombinasi bentuk berdasarkan kebutuhan tersebut dikolaborasikan dengan pemilihan material berupaya mendapatkan hasil yang maksimal. *Space* atau ruang yang tercipta antara selubung bangunan dengan bangunan utama sebisa mungkin selalu dalam kondisi terkena *spray* atau persebaran air. *Spray* dari air tersebut yang akan mempunyai pengaruh terhadap penahan panas dan menurunkan temperatur permukaan bangunan.



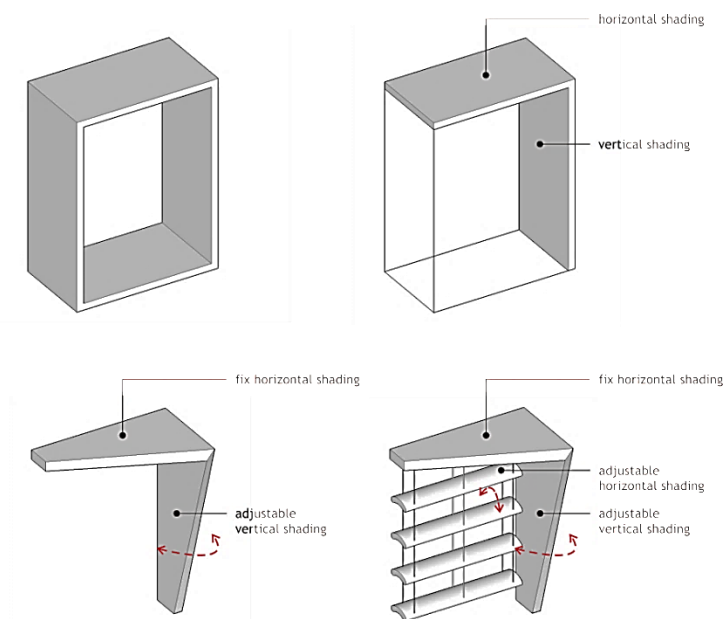
Gambar 5.27 Desain awal rencana bentuk elemen *water spray envelope*

Bentuk selubung atau komponen *water spray* berbentuk lempengan aluminium yang mengarahkan angin ke permukaan bangunan. Bentuk tersebut dapat dikendalikan sudut kemiringannya dan dapat diatur menyesuaikan aliran angin. Hal ini berdasarkan eksplorasi bentuk selubung 3 (tahap eksplorasi). Namun demikian, komposisi bentuk komponen *water spray* terlalu massif dan kurang memperhatikan view keluar bangunan.

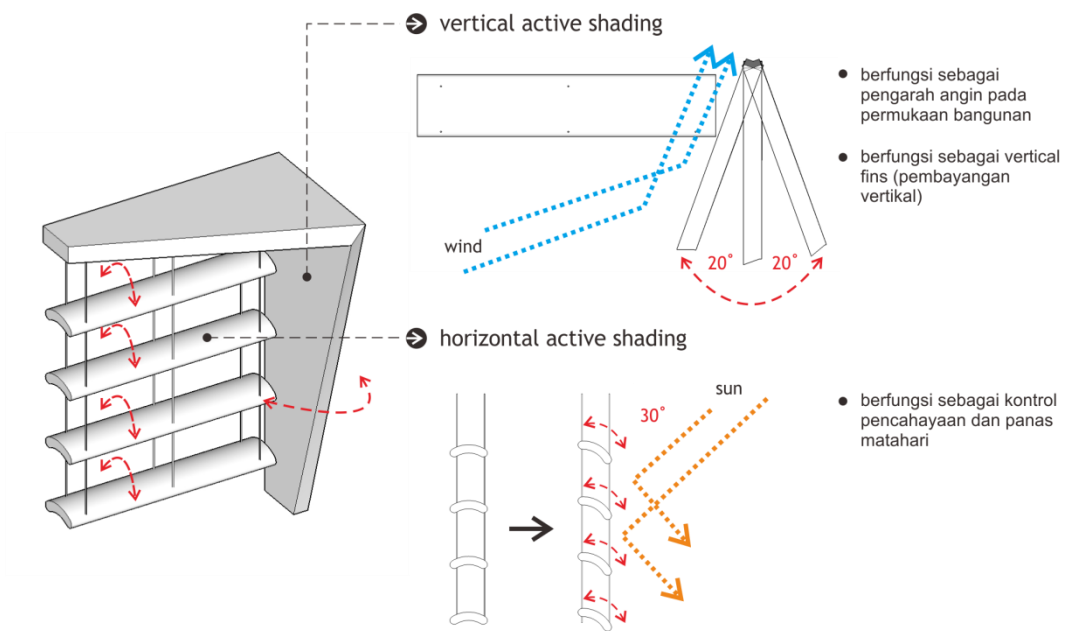
Perbaikan desain dilakukan agar bentuk selubung mengakomodasi view keluar, kontrol silau & panas matahari, dan kontrol thermal (utilitas *water spray*). Bentuk selubung eksplorasi 1 (*horizontal shading*) perlu diterapkan sebagai kontrol silau & panas matahari sehingga bentuk selubung secara keseluruhan merupakan kombinasi eksplorasi 1 dan eksplorasi 3.



Gambar 5.28 Proses perbaikan bentuk selubung *water spray* merupakan kombinasi eksplorasi 1 & 3

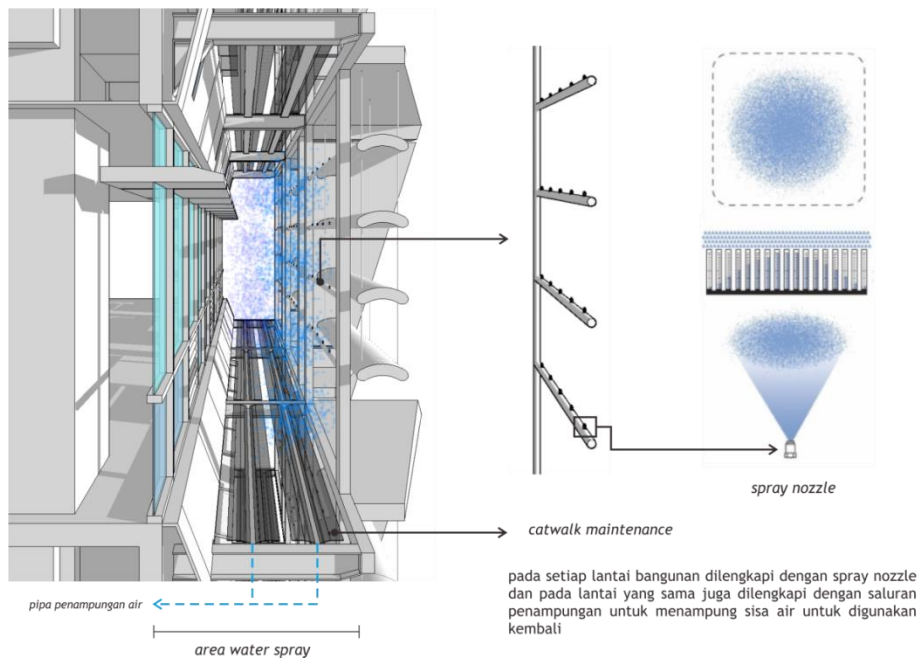


Gambar 5.29 Perbaikan kombinasi eksplorasi 1 dan eksplorasi 3 selubung bangunan

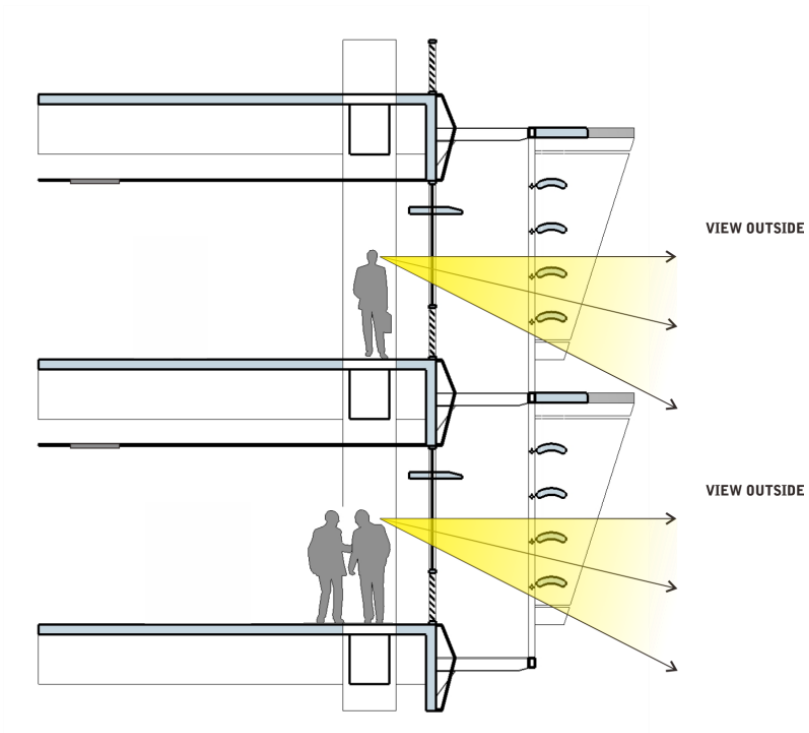


Gambar 5.30 Sistem kerja *active shading* pada selubung *water spray*

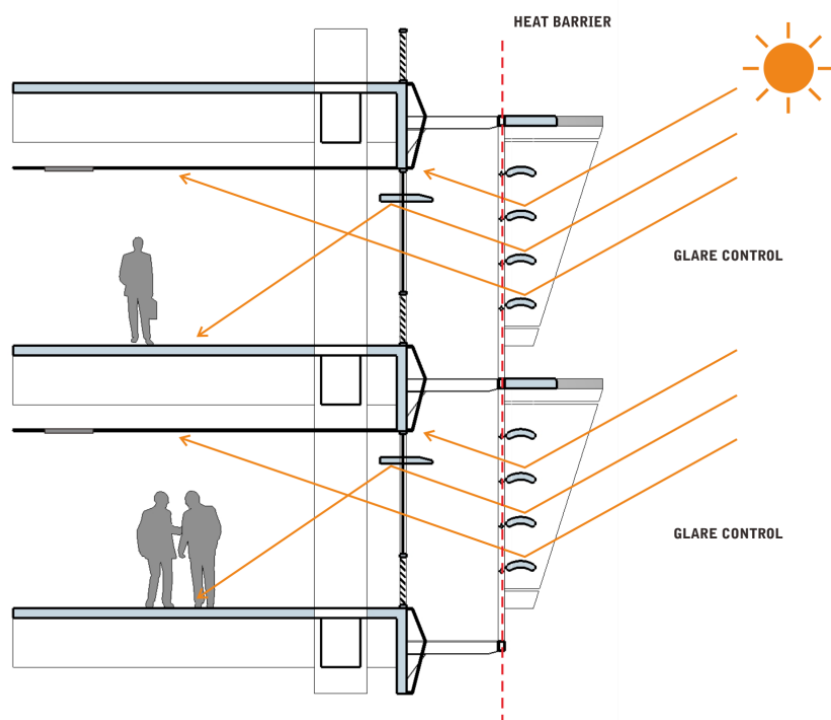
Selubung bangunan dirancang sebagai pembayangan sehingga menerapkan pembayangan baik secara vertikal maupun horizontal. Selubung bangunan yang juga merupakan elemen pembayangan terintegrasi dengan utilitas *water spray*.



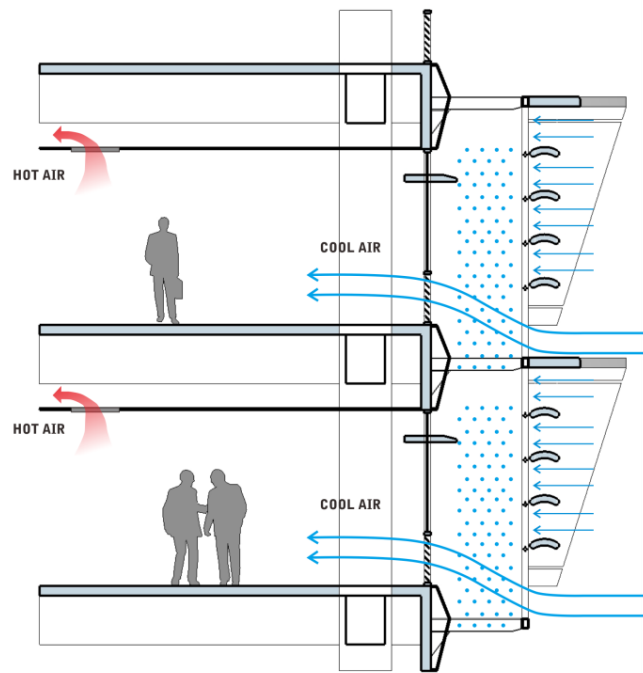
Gambar 5. 31 Integrasi sistem pembayangan dengan komponen utilitas *water spray* pada selubung bangunan



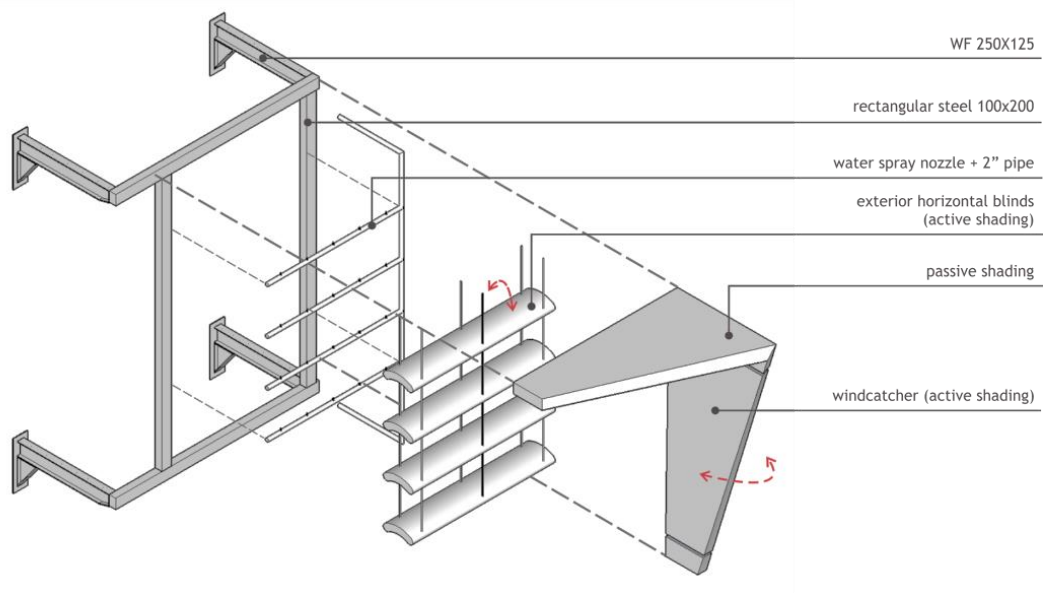
Gambar 5.32 Selubung *water spray envelope* mengakomodasi view keluar bangunan



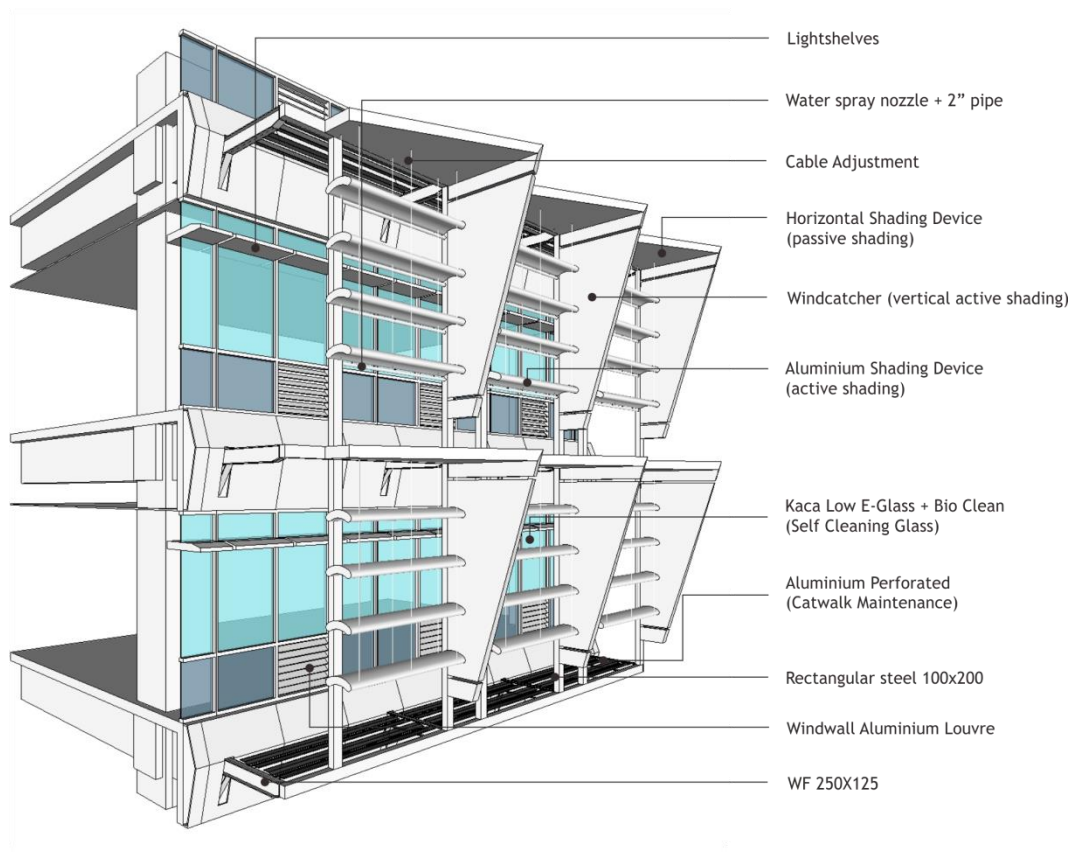
Gambar 5.33 Selubung *water spray envelope* sebagai kontrol silau dan panas matahari



Gambar 5.34 Selubung *water spray envelope* mengarahkan angin ke permukaan bangunan, sebagai utilitas *water spray* dan juga menerapkan *direct/indirect evaporation cooling*



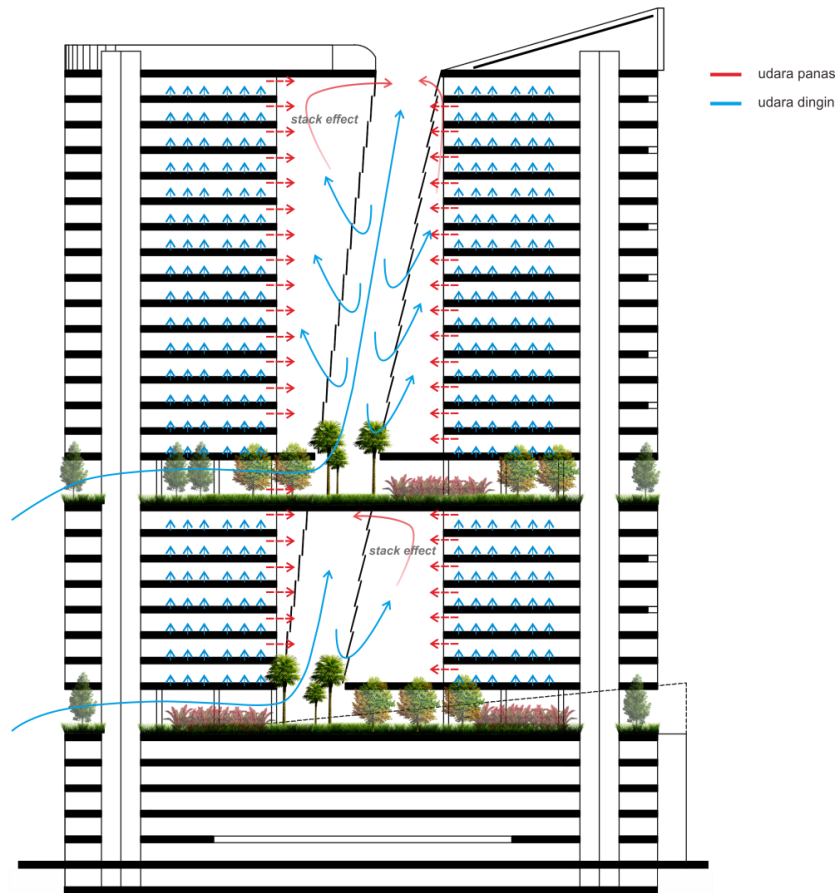
Gambar 5.35 Detail komponen *water spray* pada selubung bangunan



Gambar 5.36 Aplikasi komponen *water spray* pada selubung bangunan dan penggunaan material kaca dengan sistem *self cleaning*

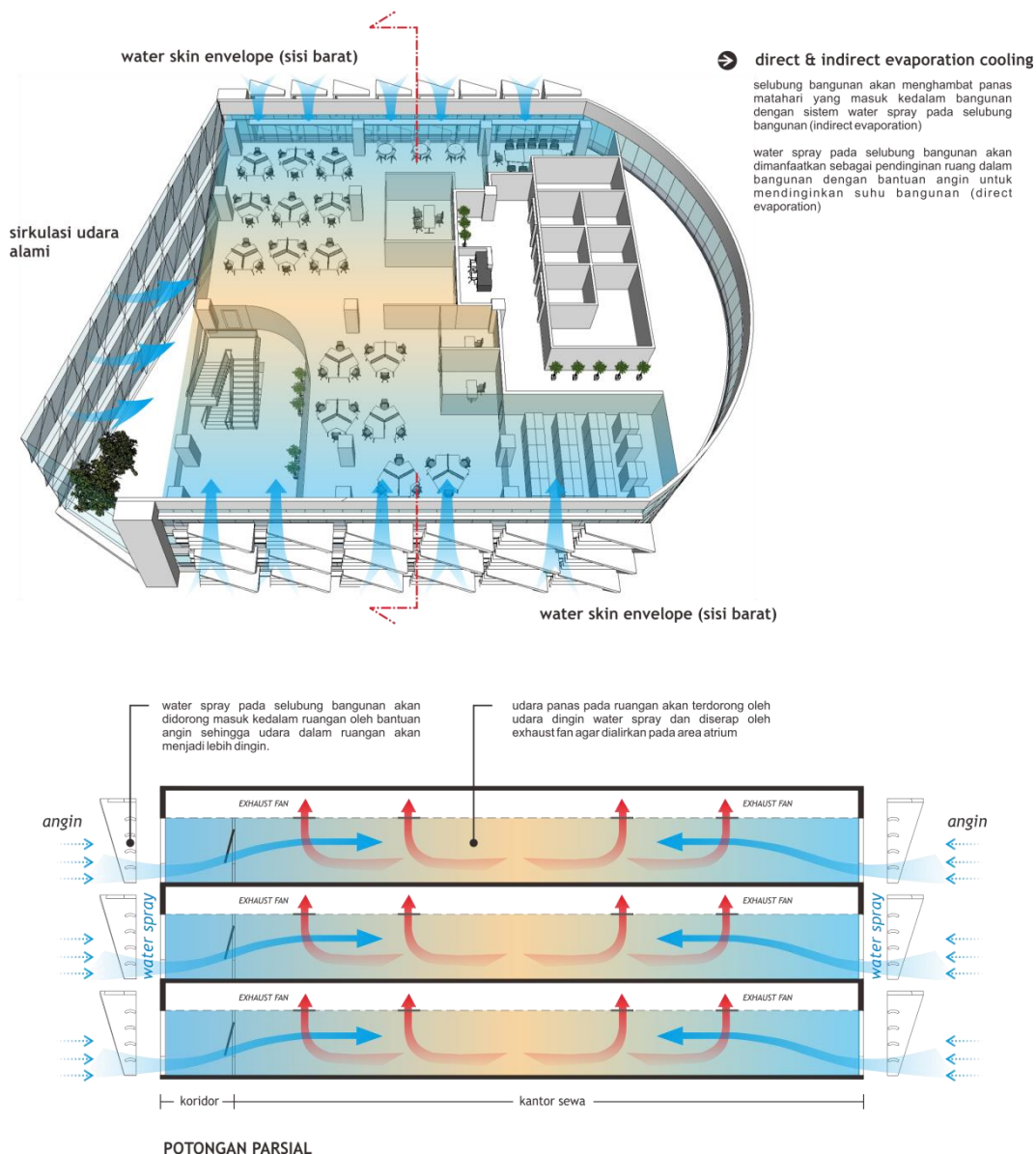
Bidang permukaan bangunan gedung kantor cenderung basah akibat kinerja sistem *water spray envelope* sehingga diperlukan material khusus agar bidang kaca pada permukaan bangunan tidak mudah meninggalkan bekas air. Salah satu nya dengan teknologi Bio Clean Glass. Permukaan kaca dilapisi oleh lapisan Bio Clean Glass agar air tidak menempel dan tidak memberikan bekas pada kaca. Sistem *self cleaning* dengan Bio Clean Glass akan memberikan kesan agar permukaan kaca selalu tampil bersih dari air dan kotoran (debu). Sistem *self cleaning* lainnya untuk bidang kaca dapat mengadopsi sistem *wiper* seperti pada mobil. Dengan sistem mekanik membersihkan permukaan bidang kaca namun dirasa kurang efektif dikarenakan menggunakan energi listrik bangunan. Oleh karena itu, sistem *self clening* dengan Bio Glass dirasa cukup efisien dan dapat mengurangi pekerjaan *maintenance* (perawatan) pada selubung bangunan.

Refine Sirkulasi Udara & Direct Evaporation Cooling



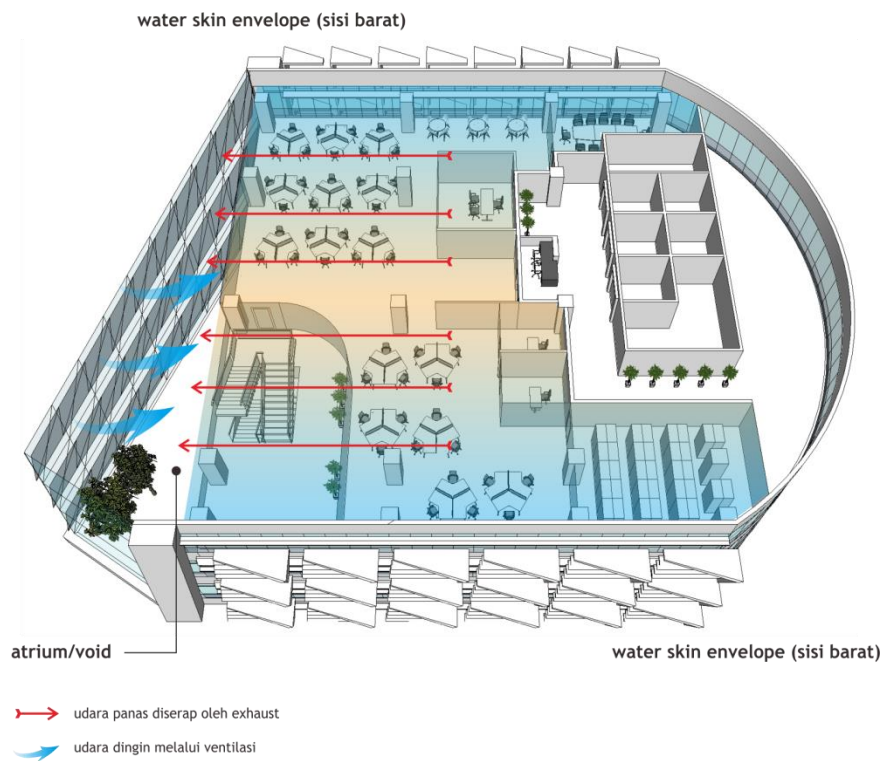
Gambar 5.37 Skema sirkulasi udara memanfaatkan *direct evaporation cooling* dan sirkulasi udara alami untuk mengalirkan udara panas dengan sistem *stack effect*

Prinsip *evaporation cooling* yang diterapkan pada selubung bangunan berpengaruh terhadap penghawaan udara dalam gedung kantor. Dengan memaksimalkan sirkulasi udara (*ventilasi udara silang & stack effect*), maka penerapan *evaporation cooling* sebagai pendingin ruangan akan lebih optimal. Udara dingin pada permukaan bangunan akibat *water spray* dialirkan ke dalam ruangan sehingga udara ruangan menjadi lebih dingin. Udara dingin tersebut akan membantu untuk mengurangi penggunaan energi penghawaan buatan. Udara panas akan dialirkan ke area atrium melalui exhaust pada plafon. Udara panas pada atrium akan dikeluarkan dari bangunan secara alami dengan sistem *stack effect* (gambar 5.37).

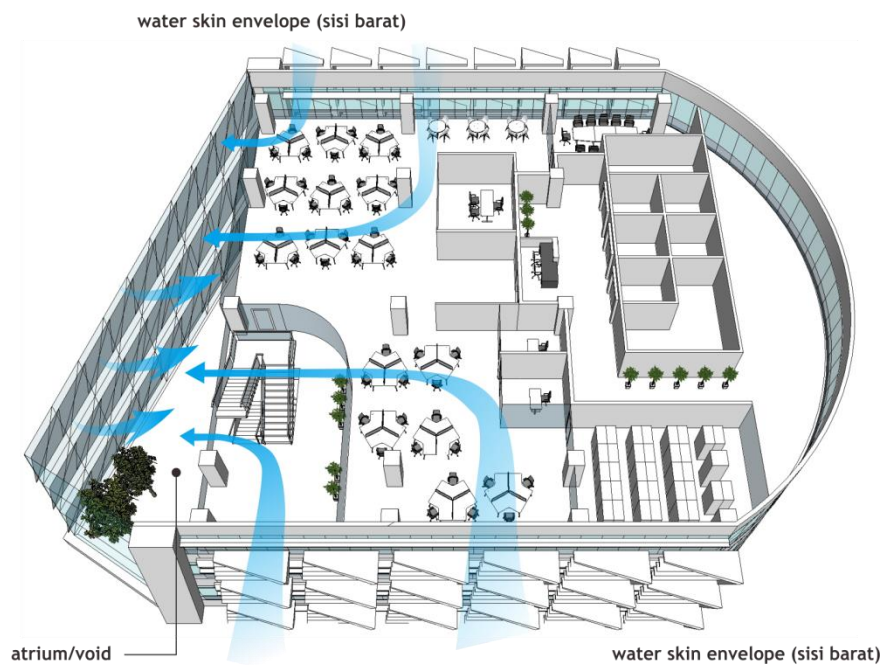


Gambar 5.38 Direct & Indirect Evaporation Cooling pada bangunan gedung kantor

Direct evaporation mempunyai pengaruh besar terhadap suhu ruangan bangunan. Menurut Lechner, 2014, *direct evaporation* akan mempengaruhi suhu dan kelembaban ruangan. Perubahan suhu ruangan akibat adanya sirkulasi udara yang bercampur uap air dapat menurunkan suhu panas bangunan sehingga bangunan akan terasa lebih dingin. Penurunan suhu ruangan akan meminimalisir penggunaan pendinginan buatan dan mengefisiensikan pemakaian energi. Penerapan *direct evaporation cooling* perlu memperhatikan perletakan jendela agar tercipta sirkulasi udara silang dengan memanfaatkan pola-pola aliran udara.



Gambar 5.39 Udara panas pada ruangan dialirkan melalui exhaust plafon menuju atrium dan diteruskan keluar bangunan dengan ventilasi udara alami



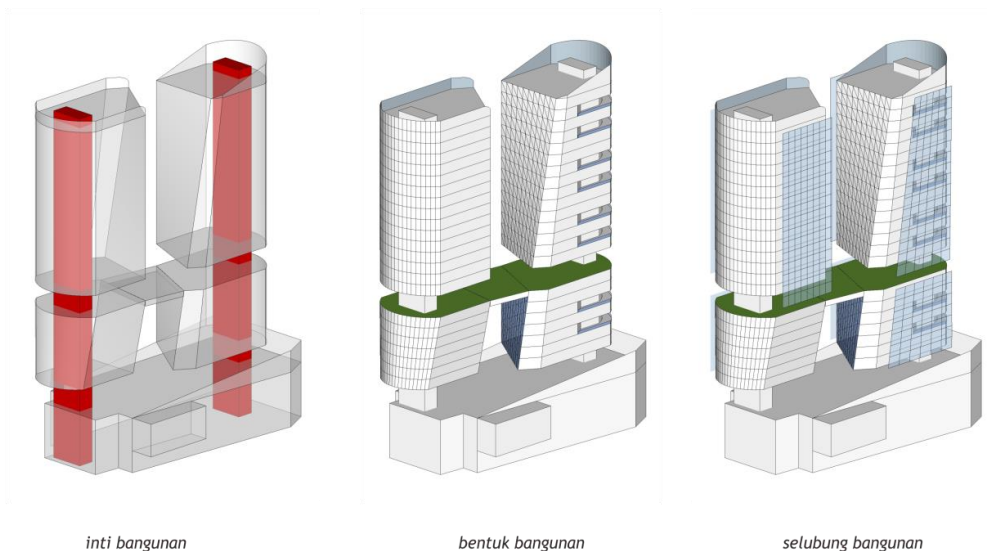
Gambar 5.40 Windwall pada bangunan dan jendela pada partisi ruang dalam bangunan akan memungkinkan terjadinya sirkulasi udara silang (*cross ventilation*)

Tanpa penerapan *direct & indirect evaporation cooling* kemungkinan yang terjadi adalah bangunan akan bergantung pada penggunaan pendinginan buatan. Selain itu, penerapan *direct & indirect evaporation cooling* bergantung pada rancangan denah, atrium/void, perletakan ventilasi, arah angin, dan faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan.

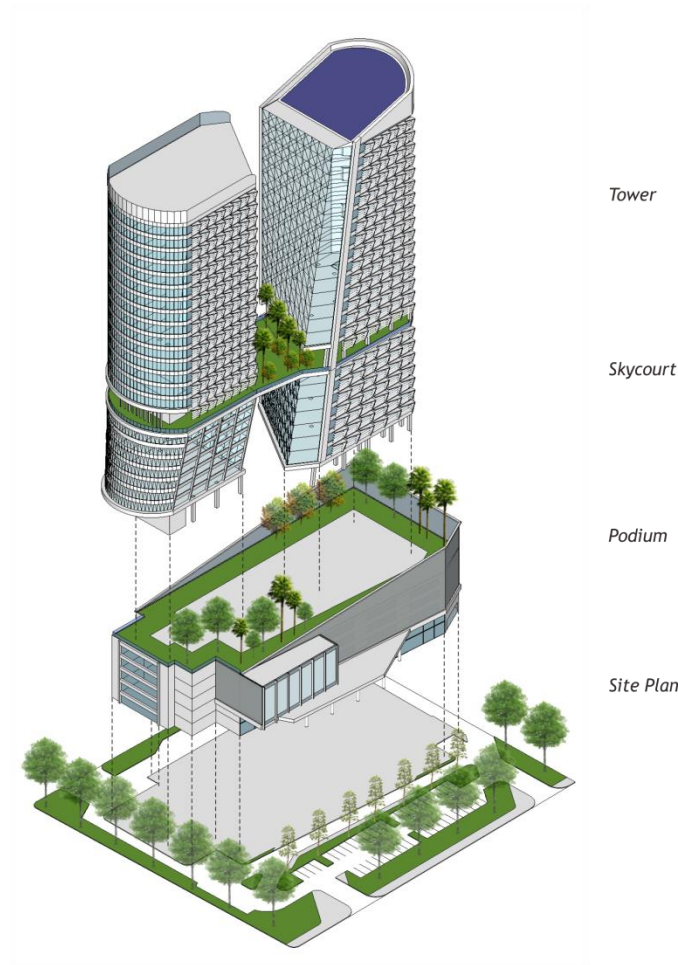
Tahapan selanjutnya yang akan dilakukan adalah *assemble* (penyatuan). Elemen dan part dari bangunan yang diperbaiki (*refine*) selanjutnya disatukan untuk menjadi bangunan secara keseluruhan (*whole building*). Element dan part bangunan yang diperbaiki dan akan disatukan meliputi site plan, denah/layout plan, bentuk bangunan dan komponen *water spray envelope*.

5.2.2 Assemble

Tahap *assemble* adalah tahapan dalam penyatuan elemen arsitektur. Bentuk bangunan yang diusulkan terbentuk akibat adanya *force* atau faktor-faktor yang mempengaruhi rancangan. Bentuk bangunan berupa bangunan dua tower dengan tujuan agar aliran angin melalui ruang diantara dua tower dan meningkatkan aliran angin pada permukaan bangunan. Secara keseluruhan bentuk bangunan dan komposisinya terhadap perletakan *core* (inti bangunan) dan komponen *water spray envelope* dapat dilihat pada gambar 5.41.



Gambar 5.41 Penyatuan elemen dan part arsitektur (inti bangunan, bentuk bangunan, dan komposisi *water spray envelope*)



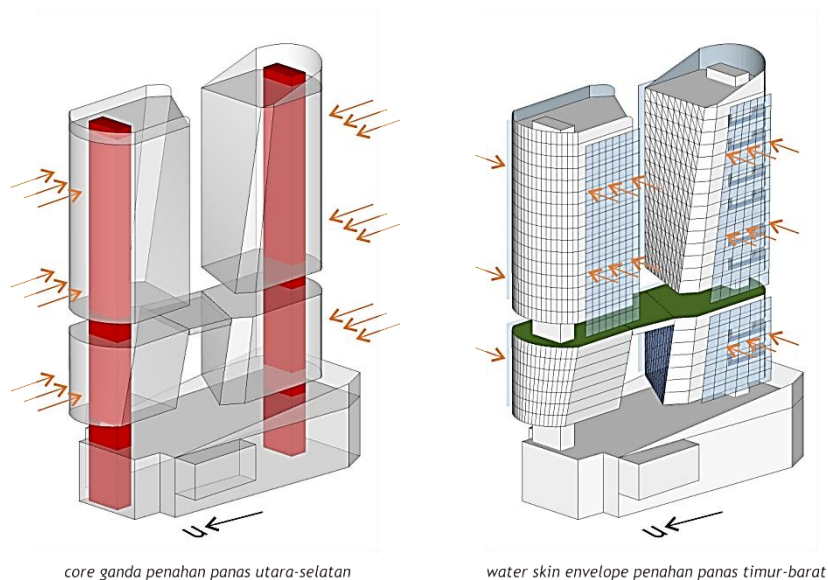
Gambar 5.42 Penyatuan elemen dan part bangunan yang meliputi perbaikan dari siteplan, podium bangunan, skycourt dan tower bangunan

Element dan parts yang telah diperbaiki disatukan menjadi kesatuan rancangan bangunan secara keseluruhan. *Siteplan* yang sesuai dengan kebutuhan dan sirkulasi pengguna didetailkan agar sesuai dengan standar ukuran/dimensi arsitektural. Tidak hanya *siteplan*, *element* dan *part* (bagian) lainnya seperti podium maupun tower bangunan didetailkan lebih mendalam sehingga mencapai kesesuaian secara ukuran maupun proporsi dari bentuk bangunan. Setelah tahap *assemble* dilakukan, selanjutnya akan dievaluasi kesesuaian hasil rancang terhadap kriteria dan konsep pada tahap proposal. Pada tahap proposal juga akan menjelaskan hasil akhir perancangan gedung kantor hemat energi beserta gambar-gambar perancangan.

5.3 Proposal Perancangan

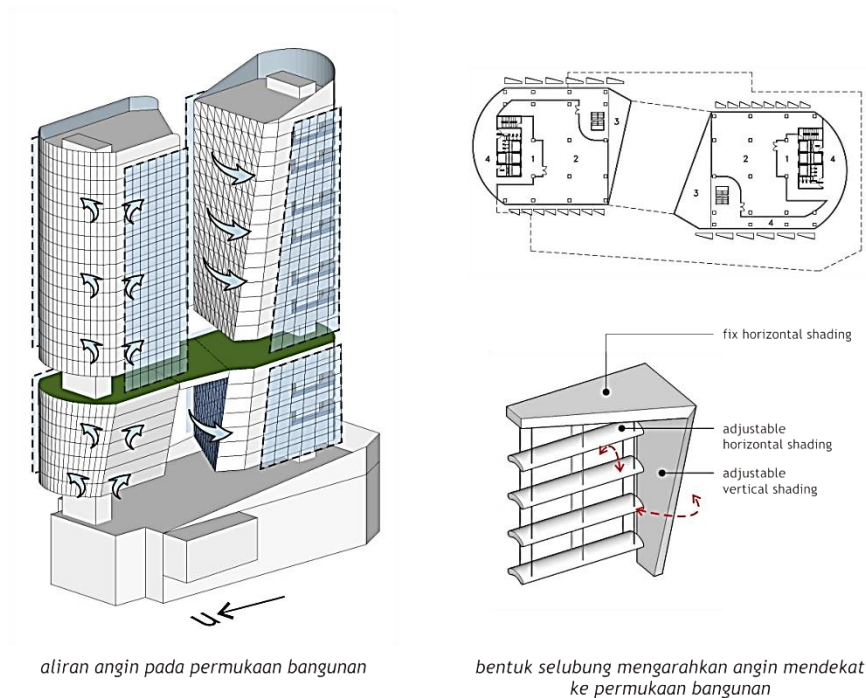
Tahap *proposal* adalah tahapan akhir dalam proses perancangan gedung kantor ini. Perancangan telah mencapai tahap final sekaligus dievaluasi kesesuaian perancangan terhadap kriteria dan konsep yang telah ditetapkan. Secara umum tahap proposal menjelaskan hasil akhir rancangan dengan penjelasan-penjelasan berdasarkan kajian dan analisa tahapan sebelumnya.

Panas matahari, angin, view, ruang interaksi dan pencahayaan alami merupakan kriteria khusus (*force*) dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini. Berdasarkan kriteria panas matahari yang merupakan *constraint*, gedung kantor hemat energi ini berupaya untuk mengendalikan transfer panas kedalam bangunan sehingga aspek pengendalian panas bangunan diterapkan pada rancangan bangunan. Penerapan ini bangunan pada sisi Utara-Selatan untuk menahan transfer panas matahari dari sisi Utara-Selatan (panas sisi utara selama 7 bulan, sisi selatan selama 5 bulan)(lihat analisa iklim). Sedangkan sisi Timur-Barat yang menerima panas matahari sepanjang tahun menerapkan *water spray envelope* untuk mereduksi transfer panas matahari (gambar 5.43). Beberapa bentuk bangunan dirancang dengan tekukan (*folding*) untuk memberikan pembayangan terhadap bangunan itu sendiri.



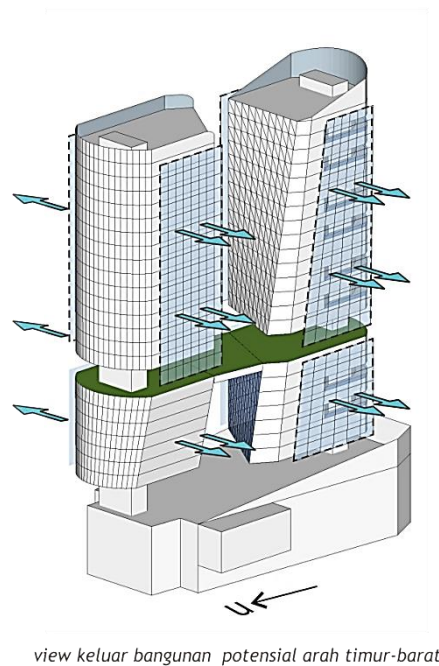
Gambar 5.43 Pengendalian transfer panas bangunan dengan memperhatikan penempatan inti bangunan dan *water spray envelope*

Berdasarkan kriteria angin yang merupakan *asset*, angin merupakan faktor yang mempunyai peran dalam menyebarkan air pada permukaan bangunan. Arah datangnya angin menjadi pertimbangan dalam menentukan bentuk rancangan. Arah angin terbanyak yakni dari sisi timur, tenggara, barat dan barat laut. Bentuk geometri bangunan merespon arah angin dengan merancang bentuk kurva/setengah lingkaran pada sisi Utara-Selatan dengan asumsi untuk mengalirkan angin dari arah barat laut maupun tenggara agar mengalir melalui permukaan bangunan. Sedangkan untuk merespon angin dari arah Timur-Barat, bangunan dirancang dengan dua tower agar aliran angin melewati celah diantara kedua tower tersebut. Angin yang melalui celah dua tower tersebut berfungsi sebagai sirkulasi udara silang pada bangunan. Bentuk komponen *water spray envelope* juga berupaya agar mengakomodasi laju aliran angin agar mendekat ke permukaan bangunan dan menyebarkan air ke permukaan bangunan.



Gambar 5.44 Bentuk geometri bangunan dan selubung bangunan merespon arah datangnya angin

Berdasarkan kriteria view (view keluar bangunan) yang merupakan *constraint* dan *asset*, view keluar yang baik adalah kearah timur dan barat. Arah timur merupakan area pemukiman dan arah barat merupakan area perkotaan. Arah Timur-Barat merupakan asset yang baik untuk diterapkan. Arah selatan merupakan *constraint* dimana terdapat gedung Plaza Telkom yang cukup berdekatan dan perlu dihindari. Selain itu, perletakan inti bangunan pada sisi Utara-Selatan juga telah membatasi view tersebut.



Gambar 5.45 View keluar bangunan menjadi pertimbangan dalam perancangan gedung kantor

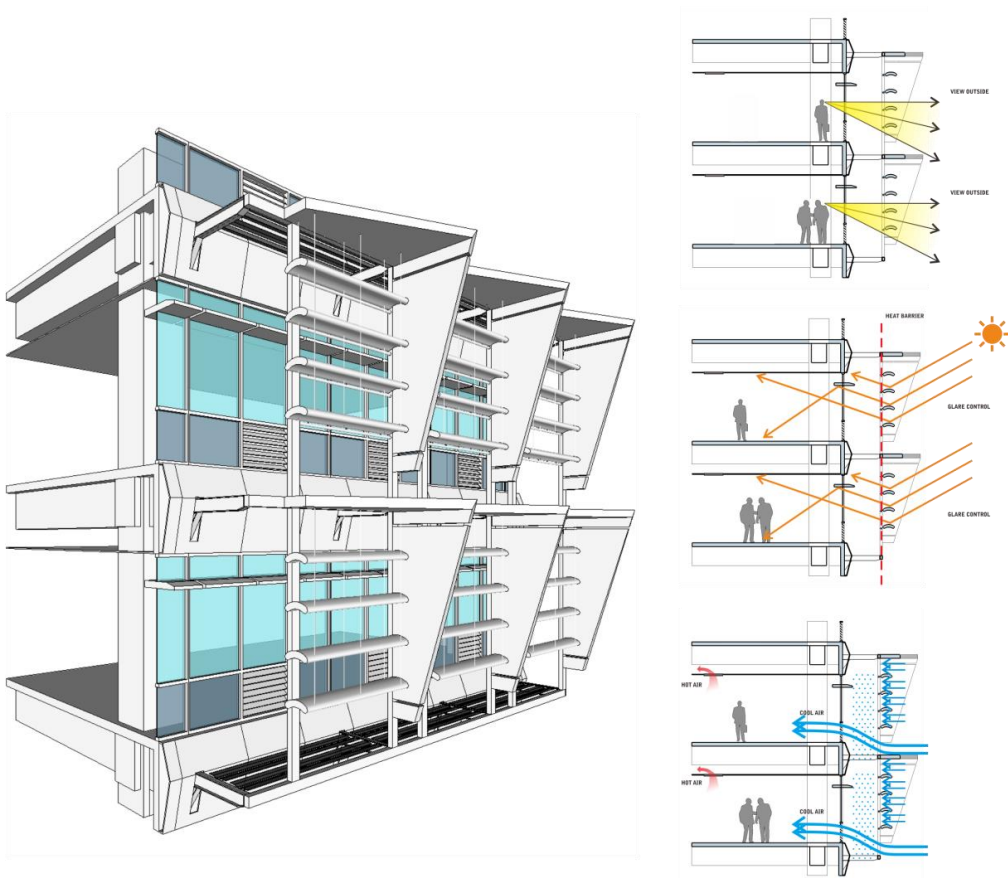
Berdasarkan kriteria ruang interaksi yang merupakan *asset*, ruang interaksi perlu diterapkan karena ruang interaksi secara langsung merupakan salah satu cara untuk membuat manusia saling terkoneksi satu sama lain (Puspita, 2017). Pada gedung kantor bertingkat tinggi ruang interaksi dapat diimplementasikan menjadi sebuah *skycourt*. *Skycourt* dapat dianggap sebagai teknik *passive cooling* karena efek dari penghijauan yang bermanfaat secara termal diberbagai iklim (baik panas atau dingin) (Alnusairat, 2018). *Skycourt*, balkon dan atrium yang merupakan ruang terbuka ataupun ruang transisi berfungsi sebagai aliran angin pada ruang-ruang dalam bangunan (Yeang, 1994).

Penerapan *skycourt* pada gedung kantor diterapkan pada lantai 6 dan lantai 14 gedung. Pada lantai 6, area *skycourt* sebagai pemisah antara area publik menuju area private. Sedangkan pada lantai 14, *skycourt* khusus diakses oleh pengguna kantor sewa sebagai area interaksi dan relaksasi.



Gambar 5.46 *Skycourt* sebagai area atau ruang interaksi pengguna kantor sewa dan juga sebagai aliran udara pada bangunan

Berdasarkan kriteria pencahayaan yang merupakan *constraint*, diperlukan kontrol pencahayaan pada sisi Timur-Barat bangunan dikarenakan sisi Timur-Barat akan mendapatkan pencahayaan alami berlebih. Elemen pembayangan yang juga merupakan komponen *water spray envelope* dirancang agar dapat mengakomodasi kontrol pencahayaan (kontrol silau dan pencahayaan alami). Kontrol pencahayaan pada elemen pembayangan dirancang dengan kombinasi *active* dan *passive shading*. *Active shading* berfungsi untuk mengatur tingkat pencahayaan baik untuk memasukkan pencahayaan alami ataupun untuk menghalau pencahayaan berlebih.



Gambar 5.47 Selubung bangunan mengakomodasi berbagai faktor kebutuhan bangunan diantaranya tetap mengakomodasi view, kontrol pencahayaan dan juga kontrol thermal.

Selain untuk kontrol pencahayaan, selubung bangunan berfungsi sebagai kontrol thermal dan *windwall* sebagai aliran udara. Sebagai kontrol thermal, selubung bangunan menghambat panas akibat *water spray* pada permukaan bangunan (*indirect evaporation cooling*). Sebagai aliran udara, *windwall* dikontrol untuk mengatur tingkat kecepatan angin agar tidak mengganggu aktivitas dalam ruangan. *Windwall* merupakan penerapan *direct evaporation cooling* pada bangunan.

Desain selubung bangunan dirancang agar tetap menyediakan view keluar bangunan agar pekerja mendapatkan view yang baik. Komposisi *horizontal & vertical shading* dirancang agar tidak menghalangi pandangan keluar bangunan. Elemen *water spray envelope* mengakomodasi berbagai faktor yang dibutuhkan oleh bangunan sehingga tercipta integrasi antara elemen pembayangan dengan komponen *water spray envelope*.

Kriteria umum dan kriteria khusus perancangan yang telah dijabarkan menjadi landasan dalam merancang gedung kantor hemat energi ini. Agar tidak ada yang terlewatkan pada setiap kriteria yang ditentukan maka metode *check list* pada tahap akhir perlu dilakukan. Hal ini merupakan pengecekan akhir sebelum dikomunikasikan dalam gambar-gambar dua dimensi maupun tiga dimensi. Metode *check list* dilakukan dengan melihat kriteria umum dan khusus perancangan yang sebelumnya telah dijabarkan pada awal bab 5 (Tabel 5.1).

Tabel 5.8 Evaluasi Hasil Rancangan terhadap Kriteria Rancang

KRITERIA RANCANG		PENERAPAN PADA RANCANGAN		
KRITERIA UMUM	KRITERIA KHUSUS	RESPON PERANCANGAN		
Desain Pasif <i>“bangunan seharusnya memperhatikan perletakan posisi inti bangunan, orientasi bangunan, aspek rasio bangunan iklim tropis, sun path, dan wind path”</i>	Aspek Rasio Bangunan	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Rasio bangunan 1:2/1:3 (iklim tropis)	✓	-	-
	Orientasi Bangunan	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Orientasi bangunan Timur-Barat (bertentangan dengan teori, mencari solusi pada orientasi Timur-Barat)	-	-	✓ <i>Tidak perlu</i>
	Orientasi view keluar bangunan ke segala arah kecuali arah selatan	✓	-	-
	Perletakan Core	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Perletakan core ganda untuk barrier panas	✓	-	-
Elemen Pembayangan <i>“bangunan seharusnya</i>	Active Shading	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Pembayangan aktif diaplikasikan pada sisi bangunan yang tinggi	✓	-	-

<i>menerapkan kombinasi metode passive dan active shading device”</i>	Passive Shading	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Pembayangan pasif diaplikasikan pada elemen permukaan bangunan seperti <i>lightshelves</i> yang berguna sebagai control pencahayaan (<i>glare</i>)	✓	-	-
Bentuk & Geometri <i>“bangunan seharusnya mempunyai bentuk yang mempunyai s/v ratio rendah untuk meminimalisir transfer panas pada permukaan selubung bangunan”</i>	Bentuk Bangunan	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Bentuk bangunan dinamis/ <i>smooth</i> untuk mengalirkan angin (distribusi angin terbanyak dari arah timur, barat, tenggara, barat laut)	-	✓	-
	Bentuk bangunan menghindari paparan panas matahari (matahari terpanas dari arah timur, barat, utara)	-	✓	-
	S/V Ratio	Sudah Diterapkan secara Optimum	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Rasio luas permukaan bangunan terhadap volume ruang dicari yang paling efisien (paling kecil)	-	✓	-
Water Spray menerapkan <i>“bangunan seharusnya menerapkan</i>	Skin/Selubung	Sudah Diterapkan	Sudah Diterapkan	Belum Diterapkan
	Komponen aliran air pada selubung bangunan	-	✓	-

konsep <i>water spray/evaporative cooling (direct & indirect evaporation cooling)</i> sebagai penyelesaian permasalahan panas bangunan terutama pada orientasi Timur-Barat”	Bentuk <i>skin/selubung</i> mengalirkan arah angin sebagai pendukung <i>water spray</i>	-	✓	-
	Bentuk <i>skin/selubung</i> berfungsi sebagai kontrol pencahayaan	✓	-	-

Dengan mengevaluasi hasil rancangan berdasarkan kriteria rancang maka proses tahapan perancangan telah selesai. Secara keseluruhan hasil rancangan telah memenuhi kriteria rancang dan konsep rancang yang telah ditetapkan. Dengan memenuhi kriteria rancang maka seharusnya bangunan gedung kantor ini dapat menekan energi pendinginan buatan pada bangunan. Hasil rancangan berupaya semaksimal mungkin untuk menghambat transfer panas matahari kedalam bangunan (*indirect evaporation cooling*). Penerapan *water spray envelope* pada selubung bangunan dengan teknik *direct evaporation cooling* juga akan berperan besar dalam pendinginan suhu ruangan gedung kantor. Dengan demikian penggunaan energi pendinginan buatan dapat diminimalisir sehingga turut membantu penghematan konsumsi energi perkotaan.

Selanjutnya akan dikomunikasikan hasil rancangan yang telah melalui proses rancangan kedalam gambar-gambar dua dimensi maupun tiga dimensi yang merupakan skematik desain. Skematik desain atau biasa disebut juga tahap pra-rancangan merupakan penyusunan pola dan gubahan bentuk arsitektur yang diwujudkan dalam gambar-gambar (IAI-Jakarta.org). Berikut pemaparan hasil akhir pra-rancangan gedung kantor hemat energi dengan konsep *water spray envelope* di Surabaya.

Perspektif Gedung Kantor Hemat Energi

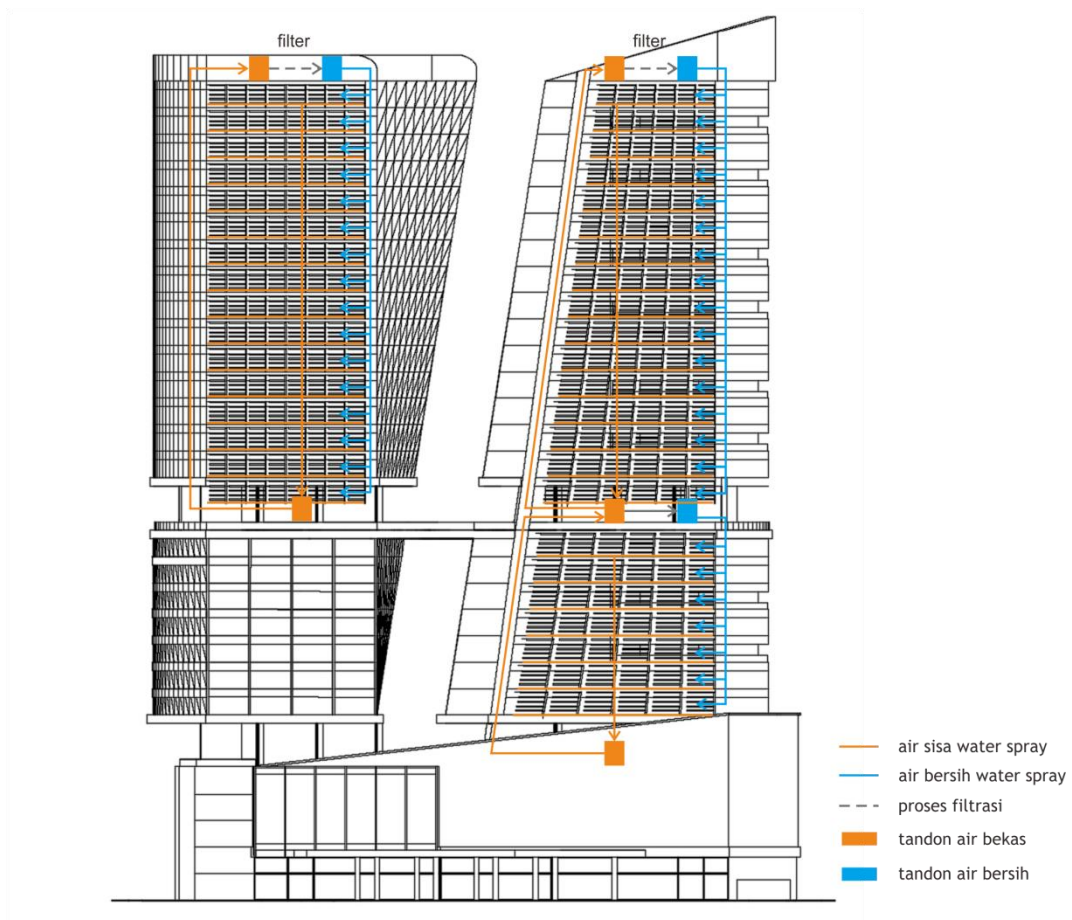


Gambar 5.48 Perspektif gedung kantor hemat energi berkaitan dengan konsep bentuk terhadap *force*

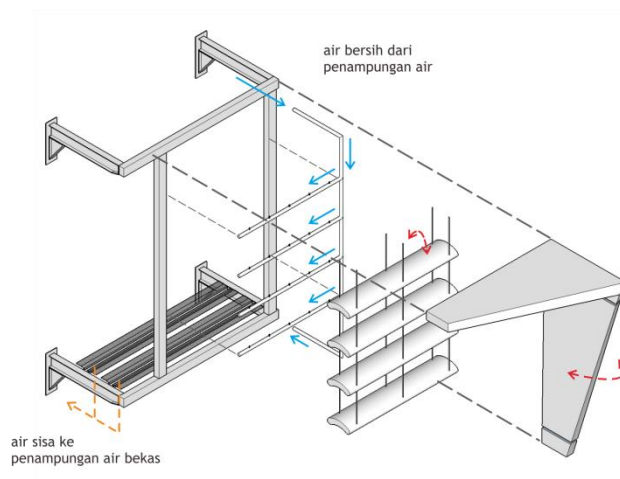
Perspektif BEV Gedung Kantor Hemat Energi



Gambar 5.49 Gedung kantor menerapkan solar collector dan juga rain harvesting system pada bangunan



Gambar 5.50 *Skycourt* membantu pembagian distribusi air untuk *water spray envelope* sebagai tempat penampungan air

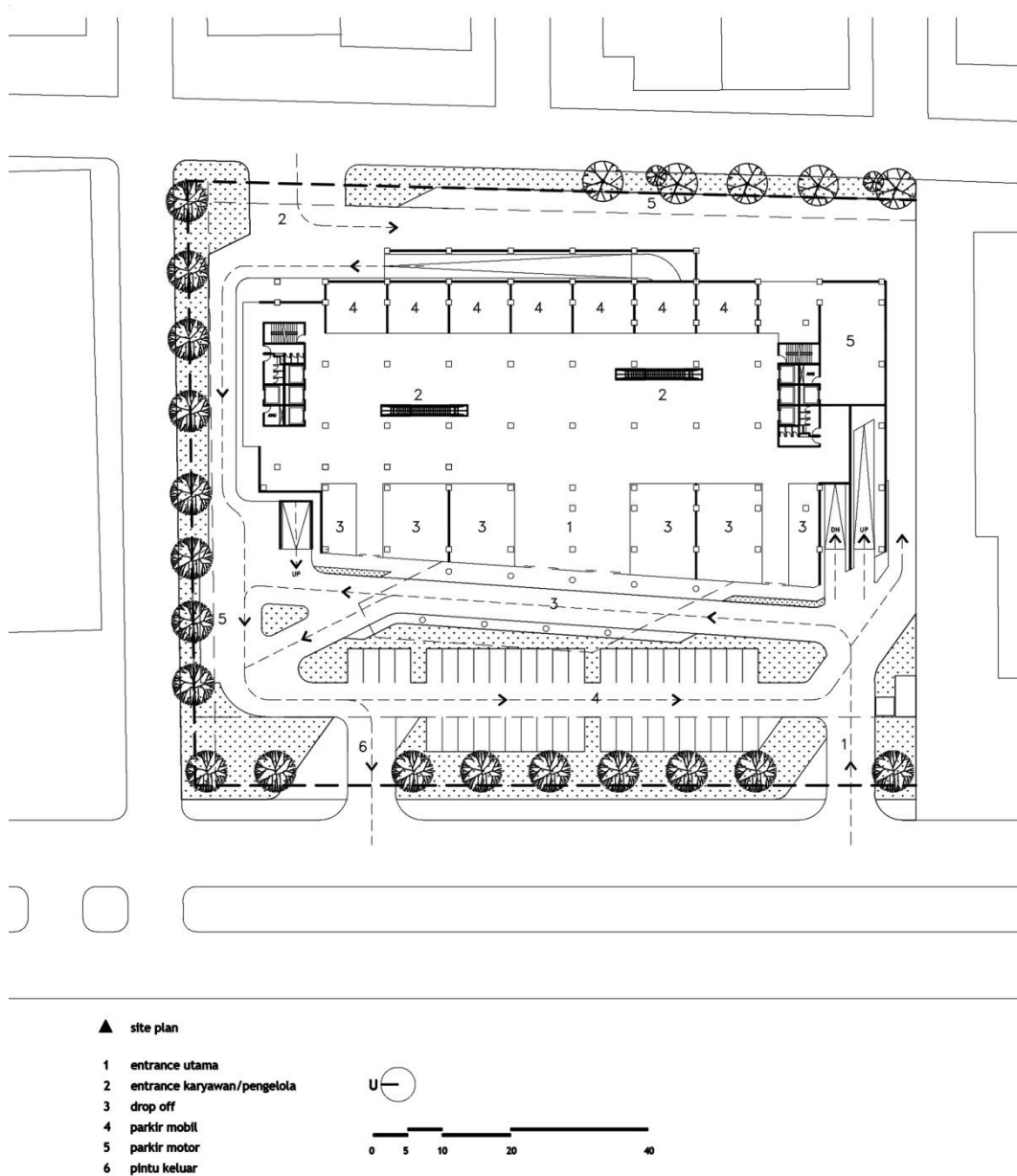


Gambar 5.51 Skema air bersih dan air bekas pada selubung *water spray*

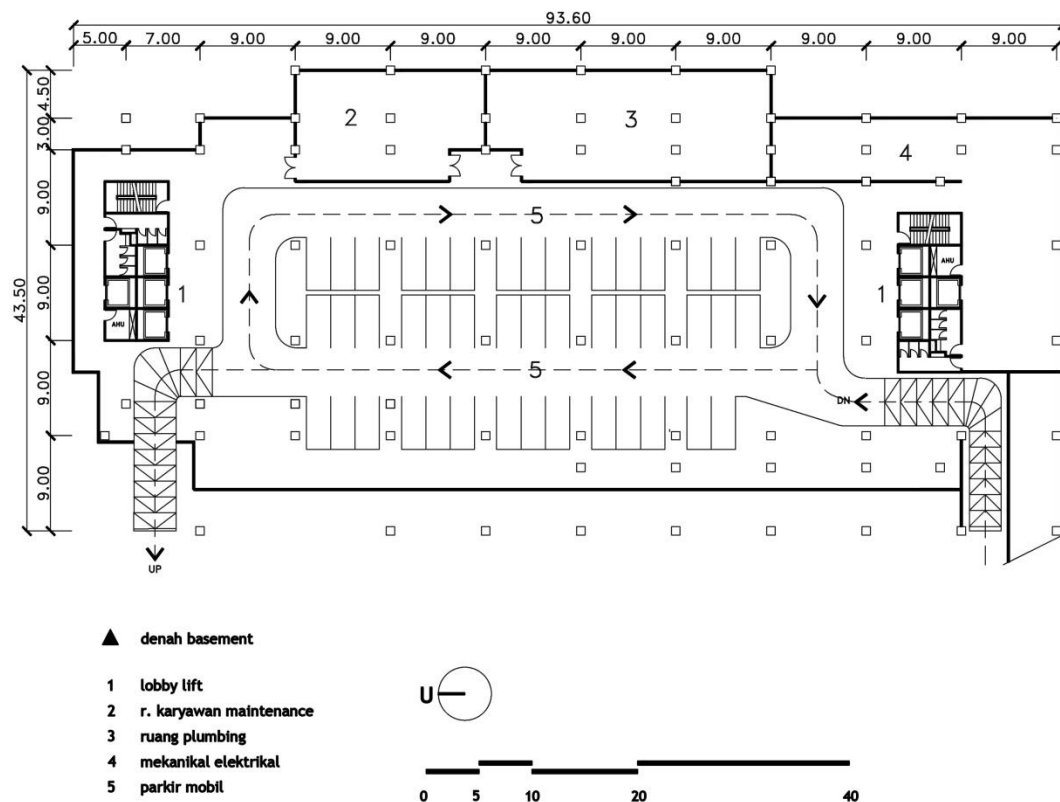
5.4 Hasil Perancangan Gedung Kantor Hemat Energi

Berikut hasil skematik desain perancangan gedung kantor hemat energi yang dikomunikasikan dalam bentuk gambar 2D dan 3D yang meliputi :

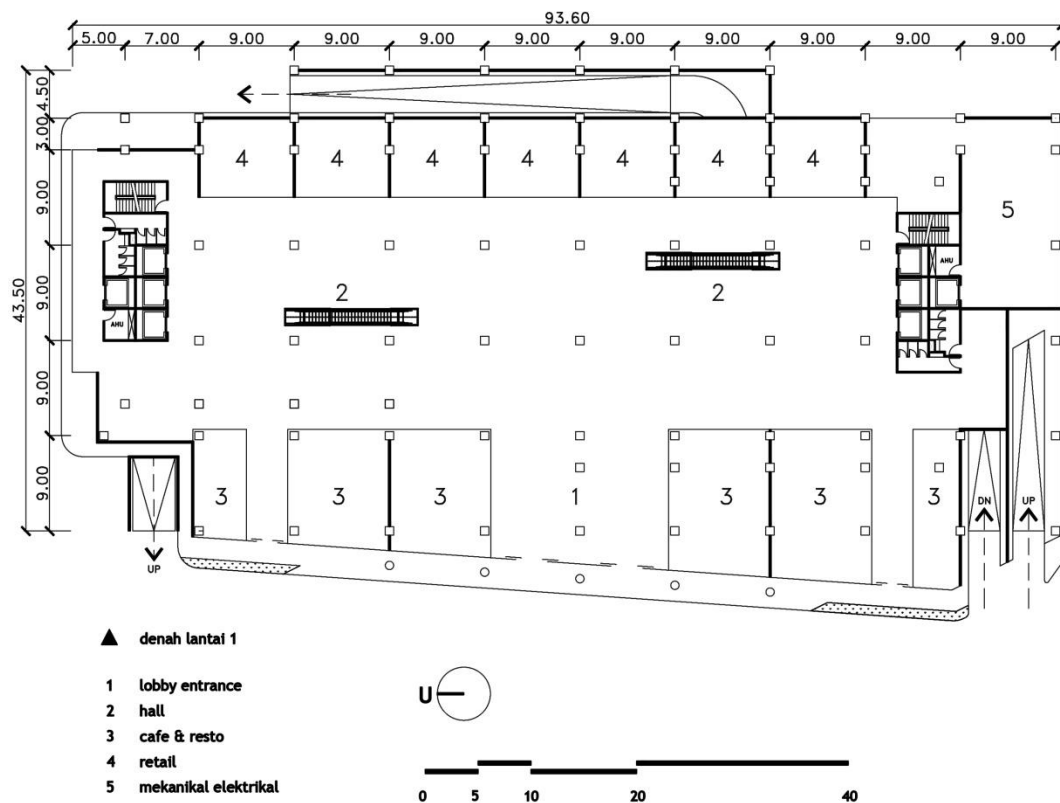
- Denah
- Potongan
- Tampak
- Perspektif
- Detail



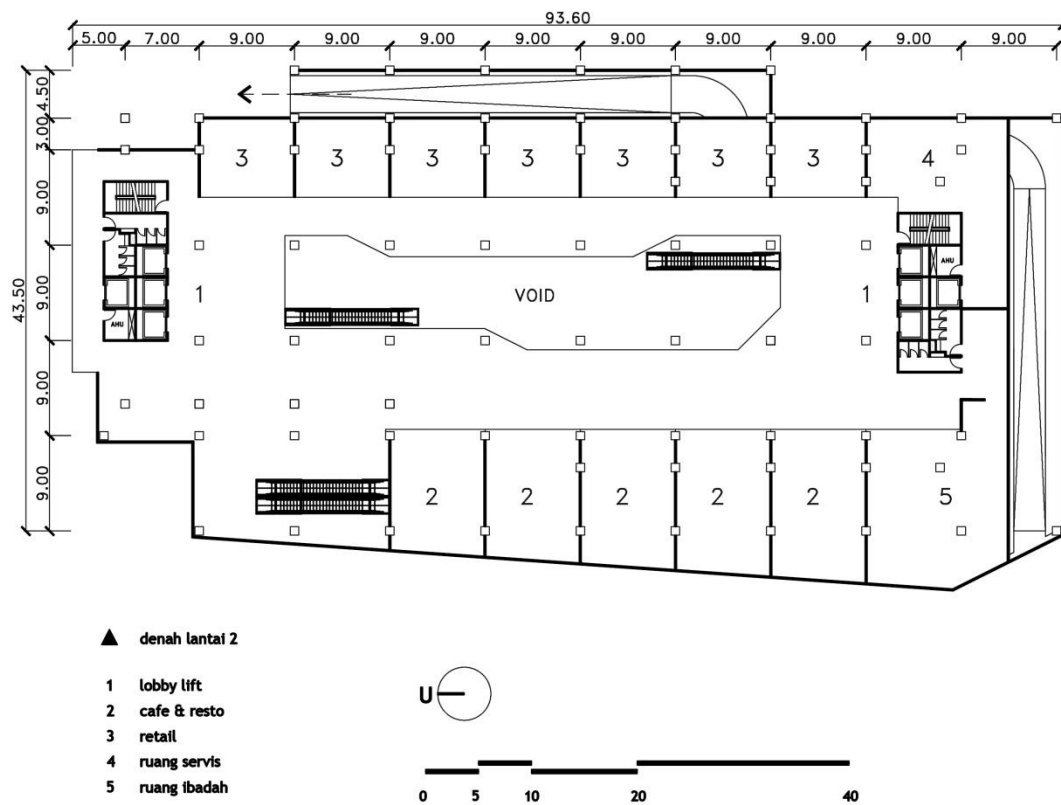
Gambar 5.52 Site Plan gedung kantor hemat energi



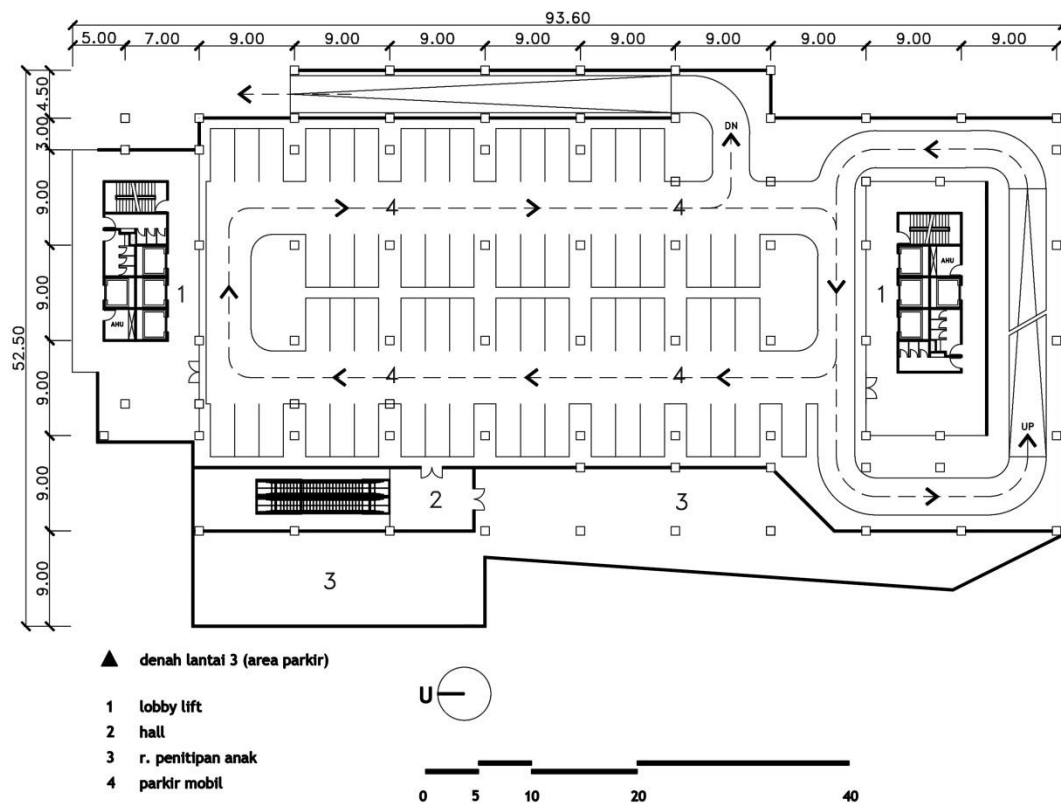
Gambar 5.53 Denah Basement



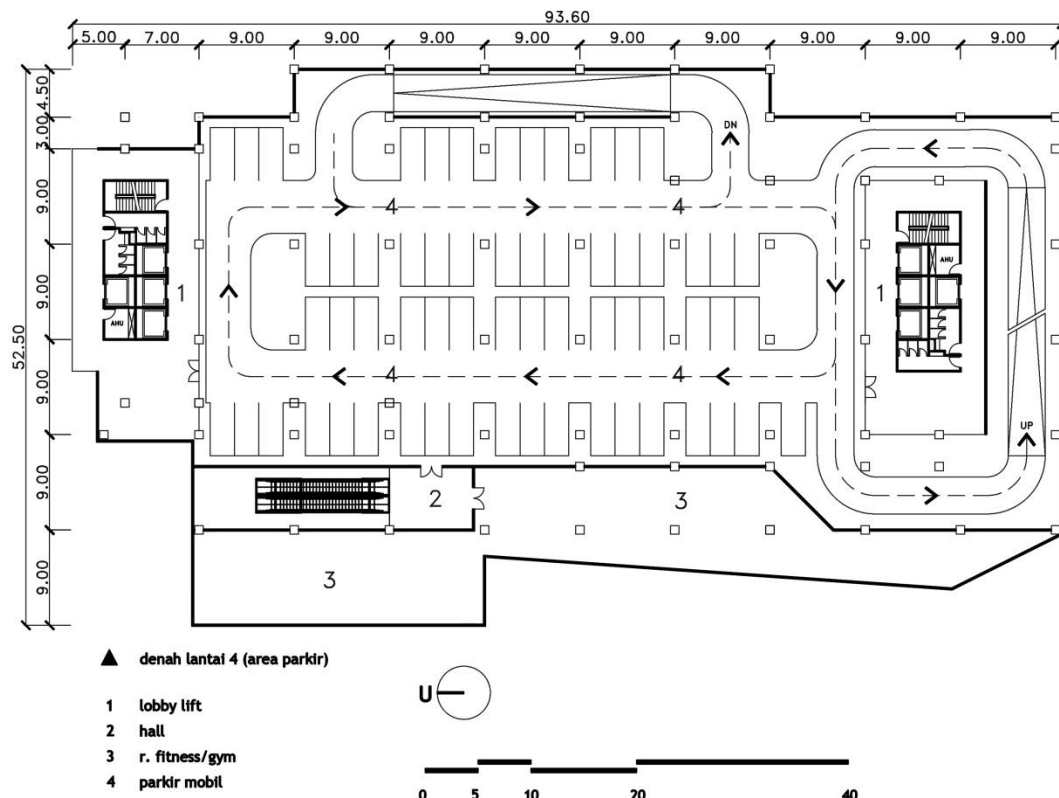
Gambar 5.54 Denah Lantai 1



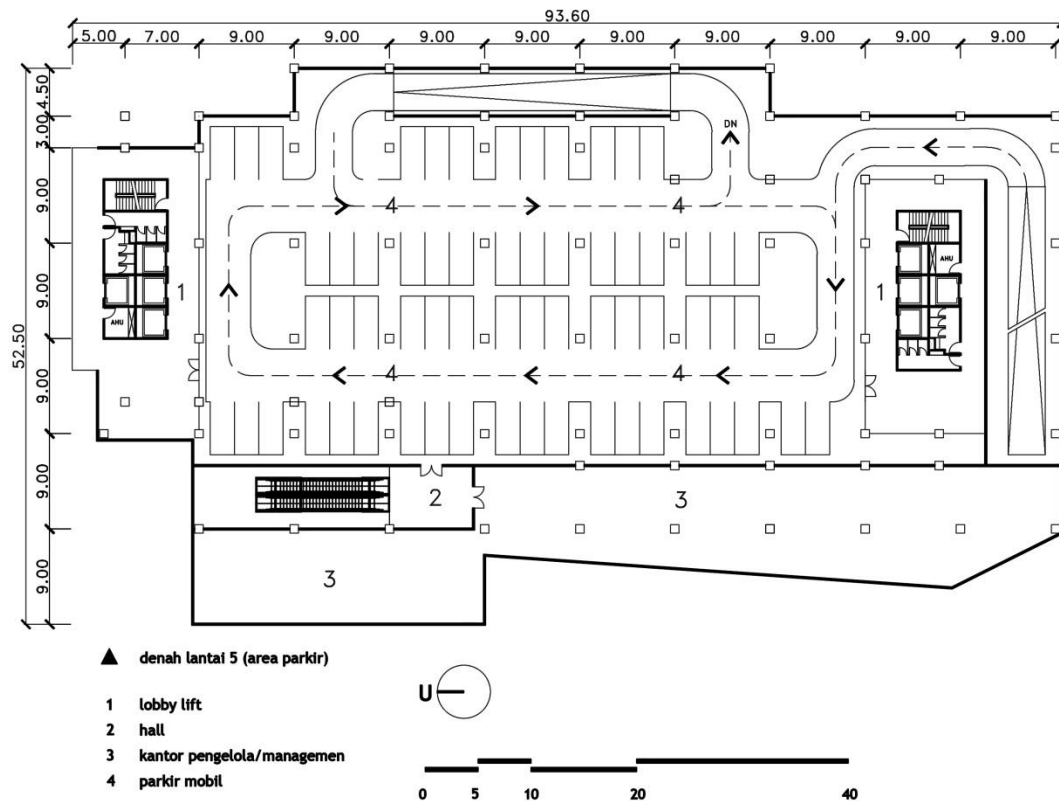
Gambar 5.55 Denah Lantai 2



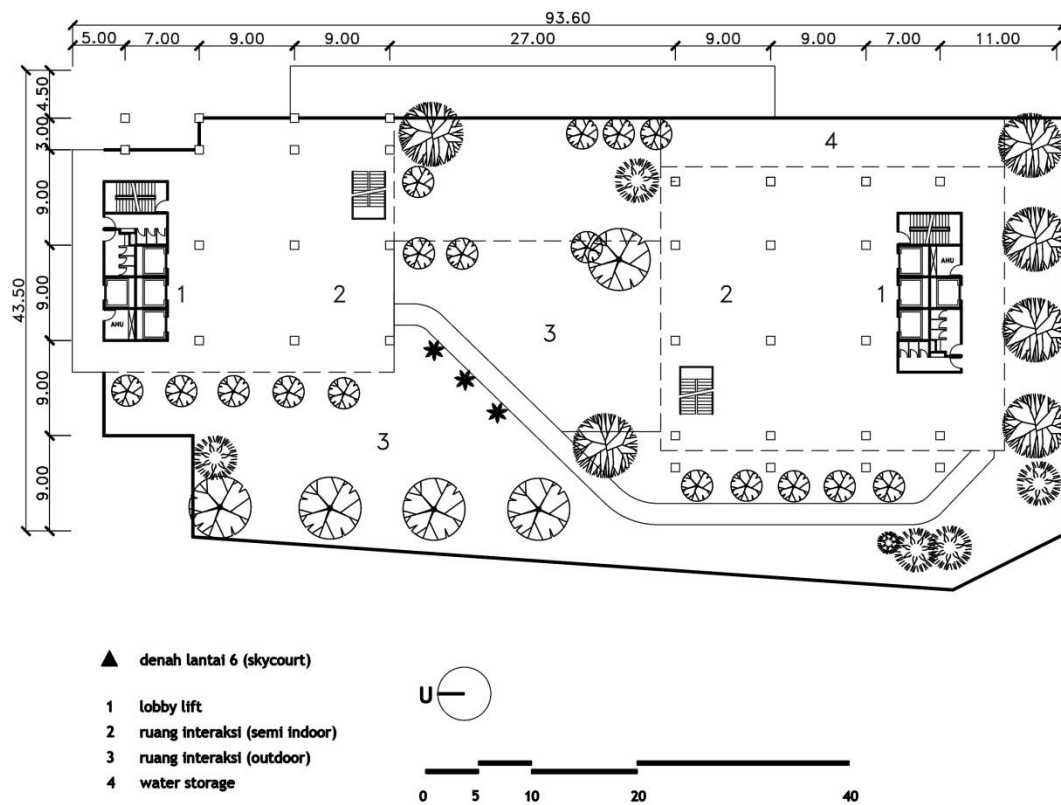
Gambar 5.56 Denah Lantai 3 (area parkir)



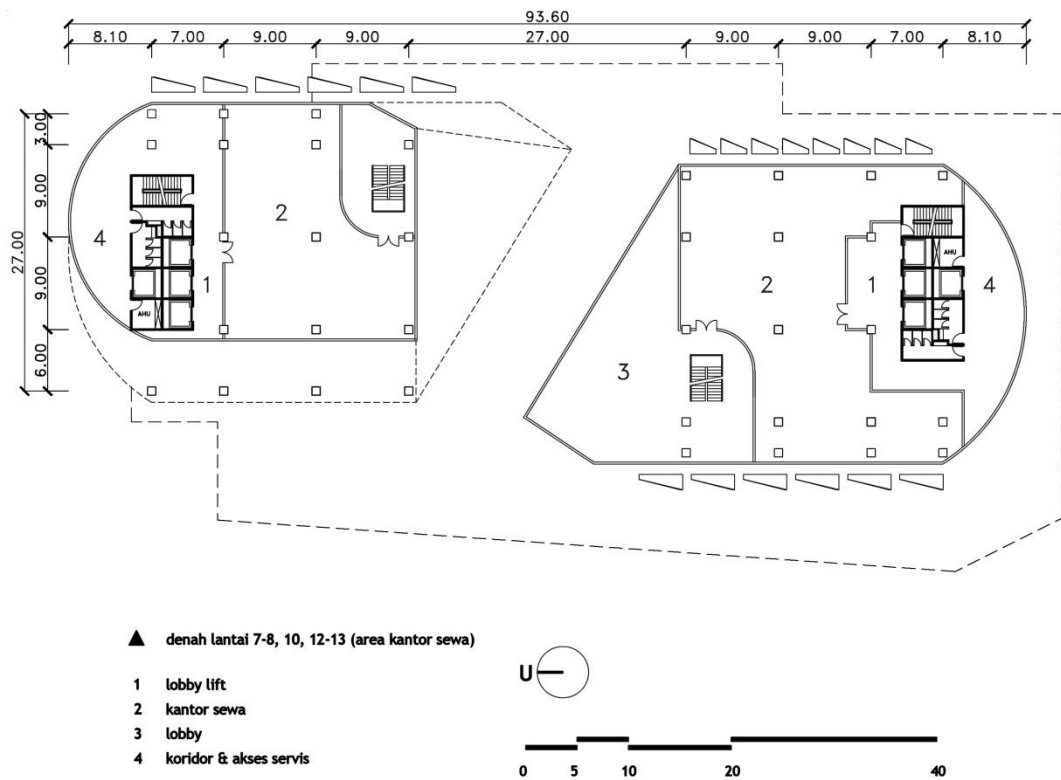
Gambar 5.57 Denah Lantai 4 (area parkir)



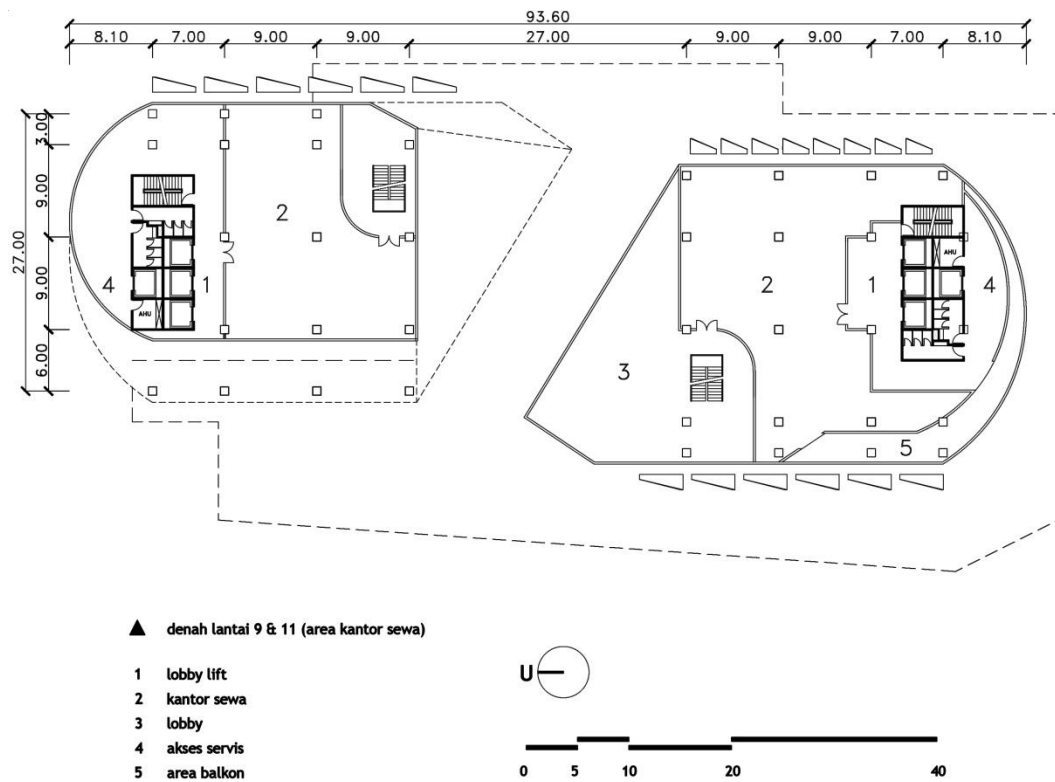
Gambar 5.58 Denah Lantai 5 (area parkir)



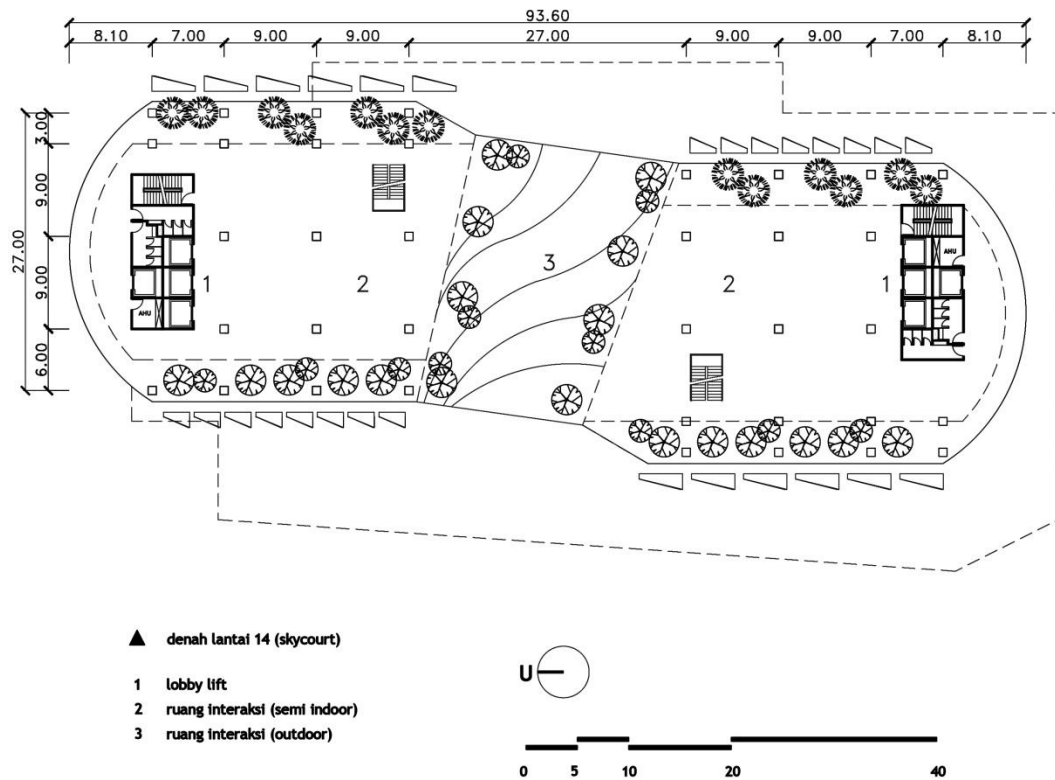
Gambar 5.59 Denah Lantai 6 (skycourt)



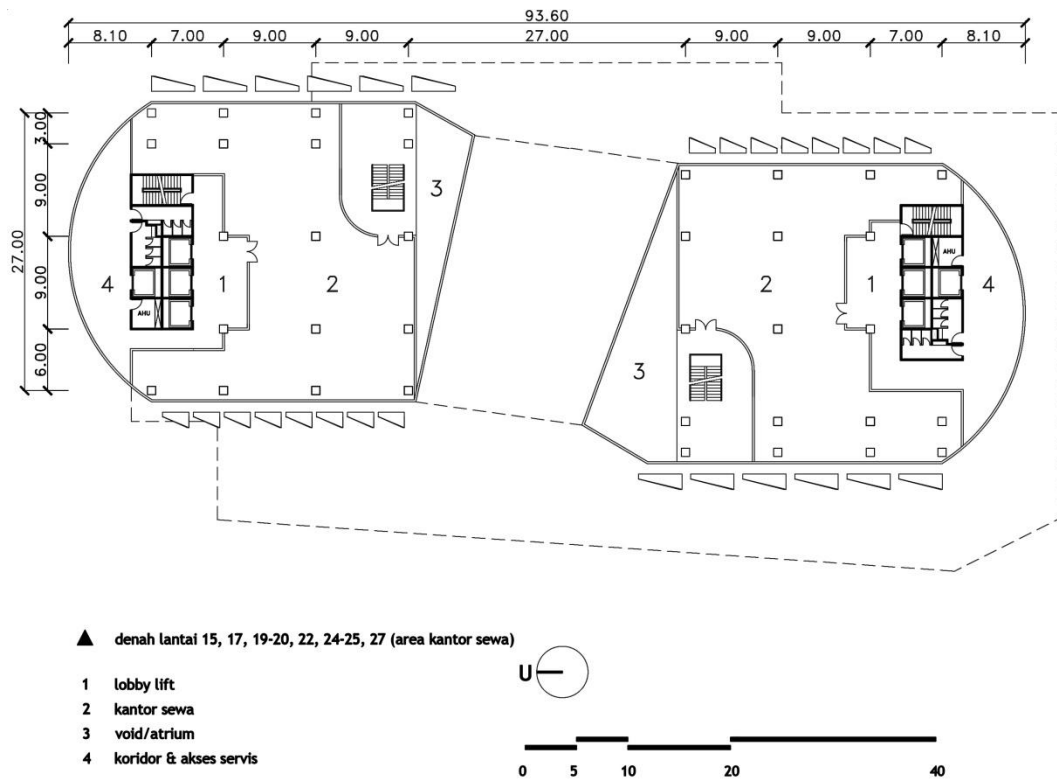
Gambar 5.60 Denah Lantai 7-8, 10, 12-13 (area kantor sewa)



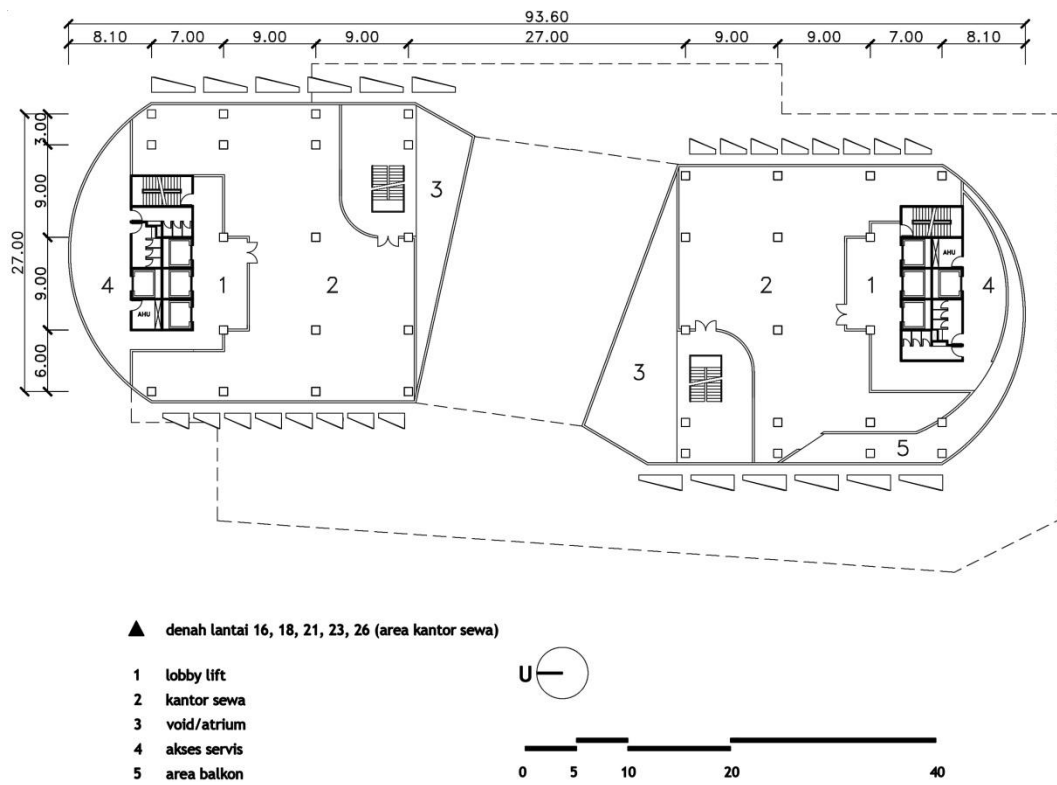
Gambar 5.61 Denah Lantai 9 & 11 (area kantor sewa)



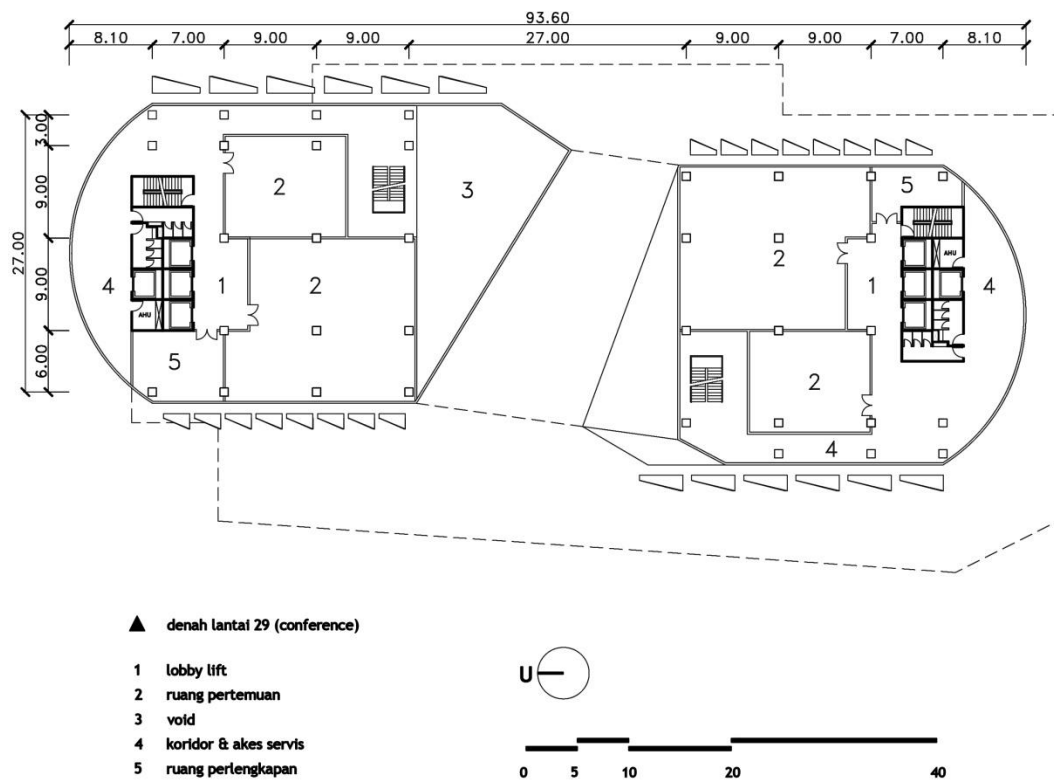
Gambar 5.62 Denah Lantai 14 (skycourt)



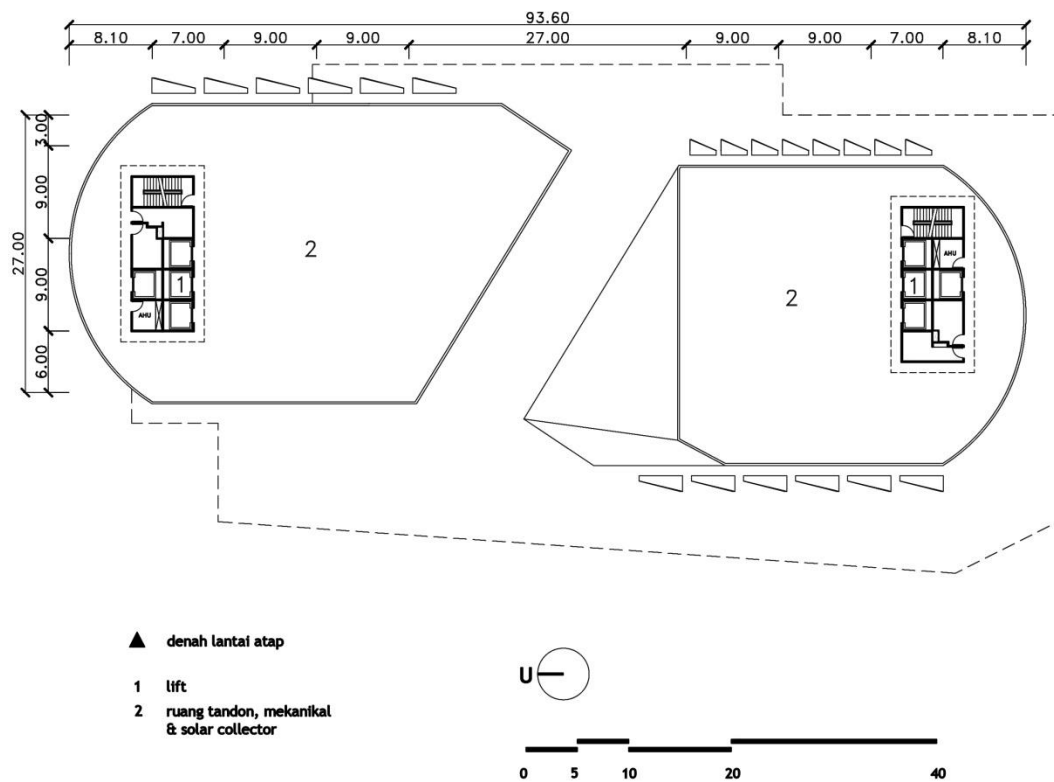
Gambar 5.63 Denah Lantai 15, 17, 19-20, 22, 24-25, 27 (area kantor sewa)



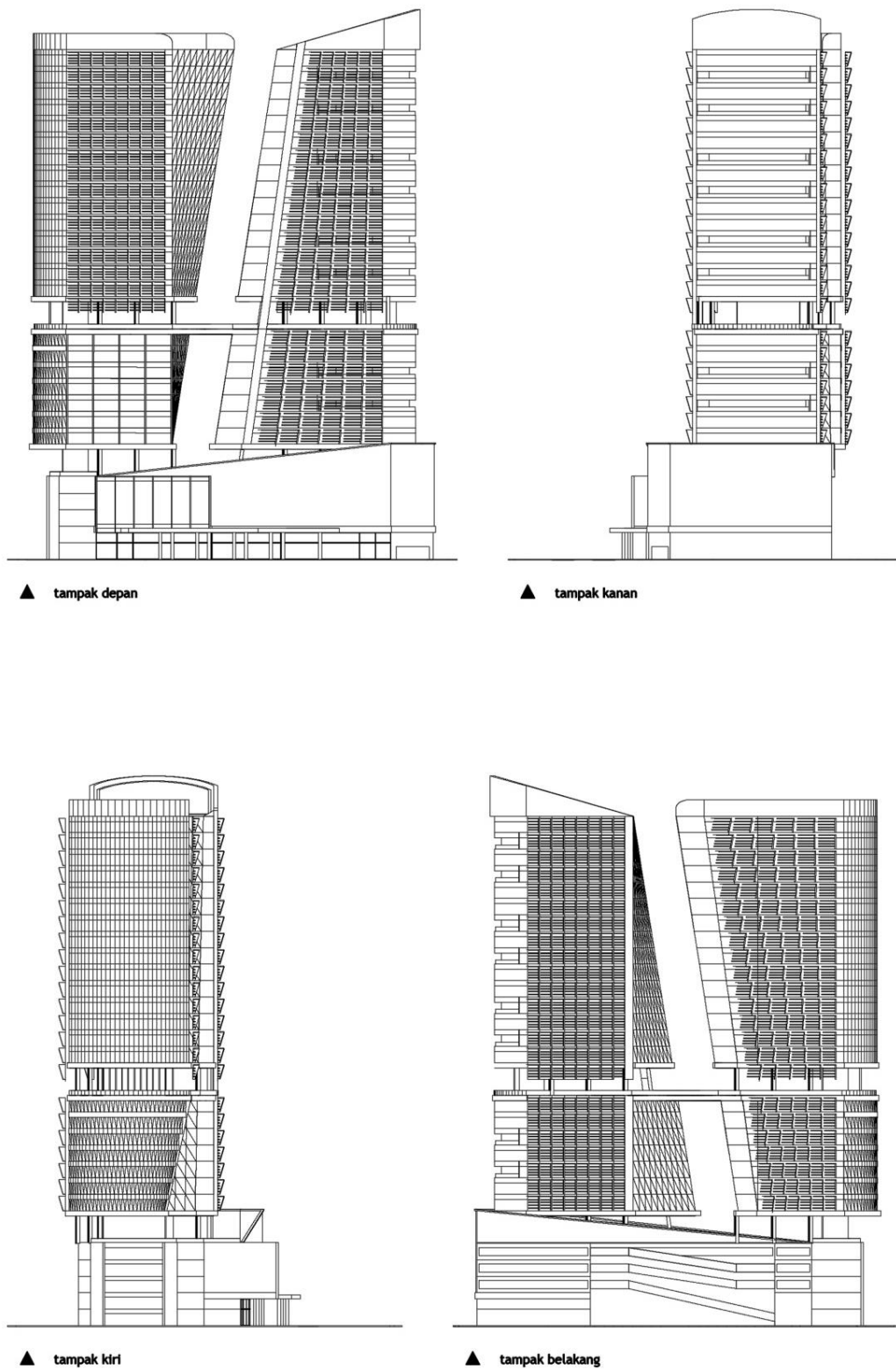
Gambar 5.64 Denah Lantai 16, 18, 21, 23, 26 (area kantor sewa)



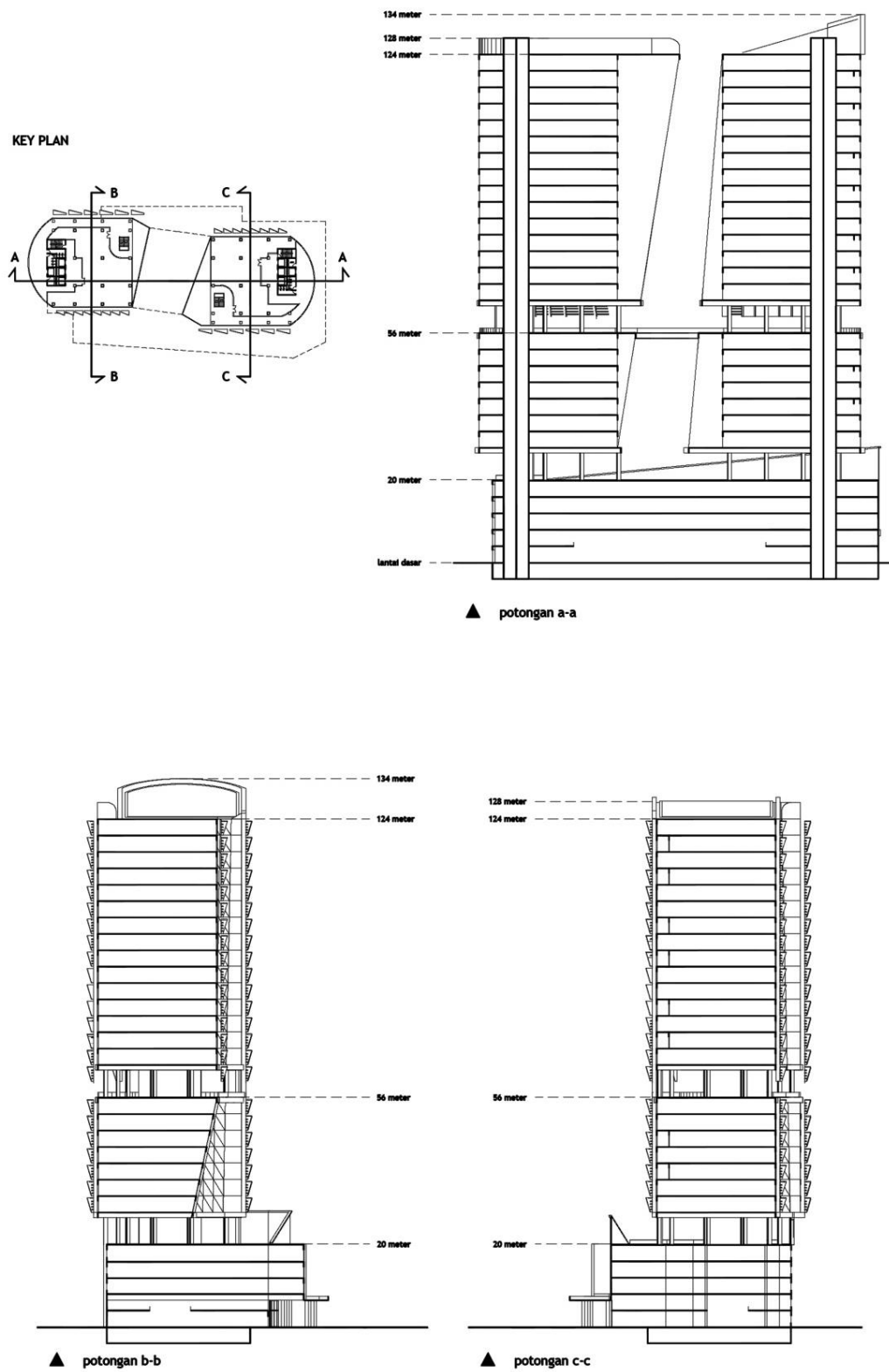
Gambar 5.65 Denah Lantai 29 (area conference)



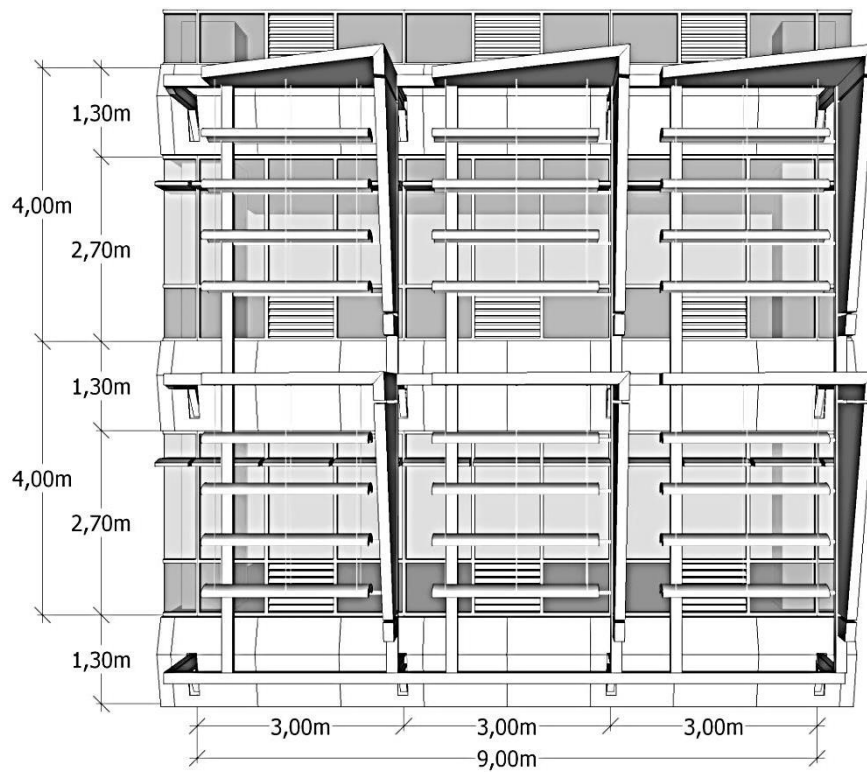
Gambar 5.66 Denah Lantai Atap



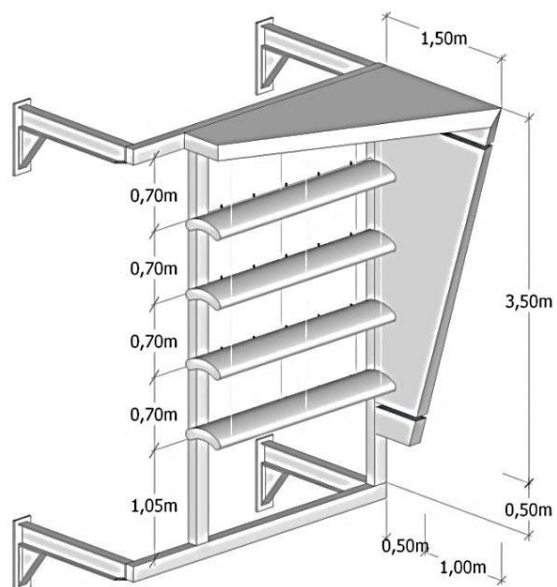
Gambar 5.67 Gambar tampak gedung kantor hemat energi



Gambar 5.68 Gambar potongan gedung kantor hemat energi



Gambar 5.69 Dimensi bidang kaca permukaan gedung kantor hemat energi



Gambar 5.70 Dimensi elemen pembayangan gedung kantor hemat energi



Gambar 5.71 Gambar perspektif *bird eye view* gedung kantor hemat energi

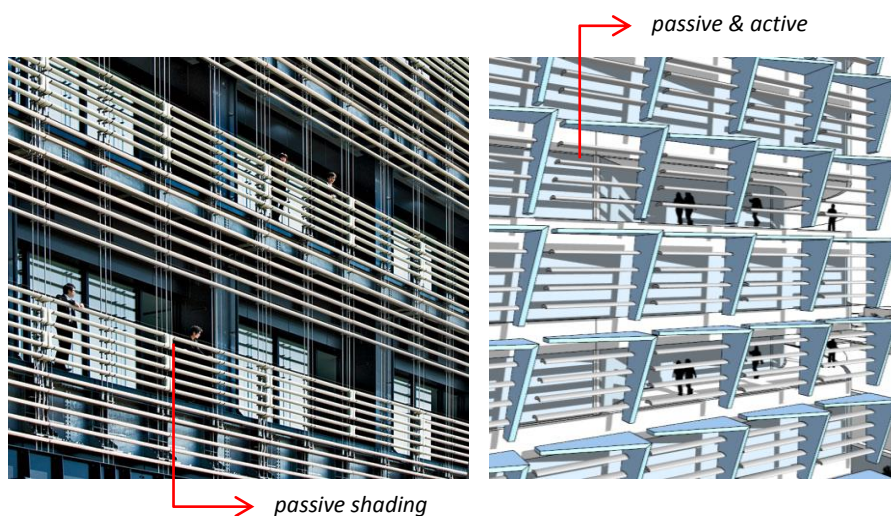


Gambar 5.72 Gambar sequential gedung kantor hemat energi

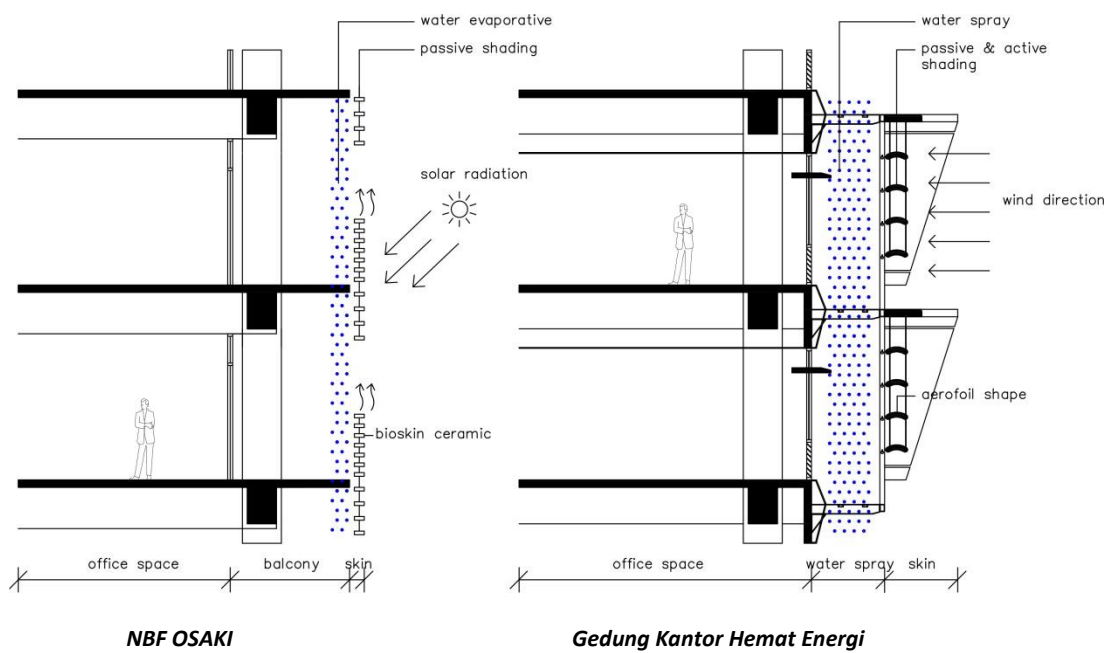
5.5 Inovasi Perancangan

Perancangan gedung kantor hemat energi yang menerapkan konsep *water spray (evaporative cooling)* merupakan pengembangan dari konsep perancangan sebelumnya yang juga mengadopsi pendekatan *evaporative cooling*. Dari beberapa preseden, yang mengadopsi pendekatan *evaporative cooling* yang paling dominan diantaranya NBF Osaki Building (Jepang) dan Council House 2 (Australia).

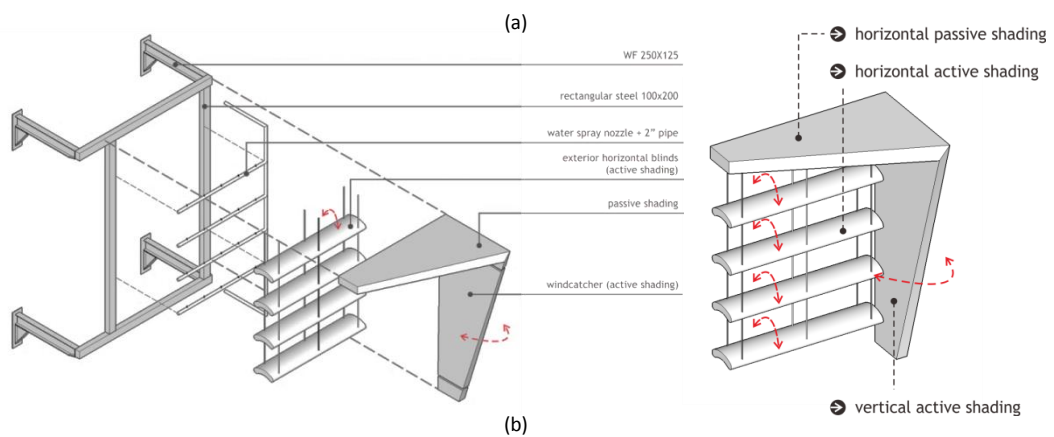
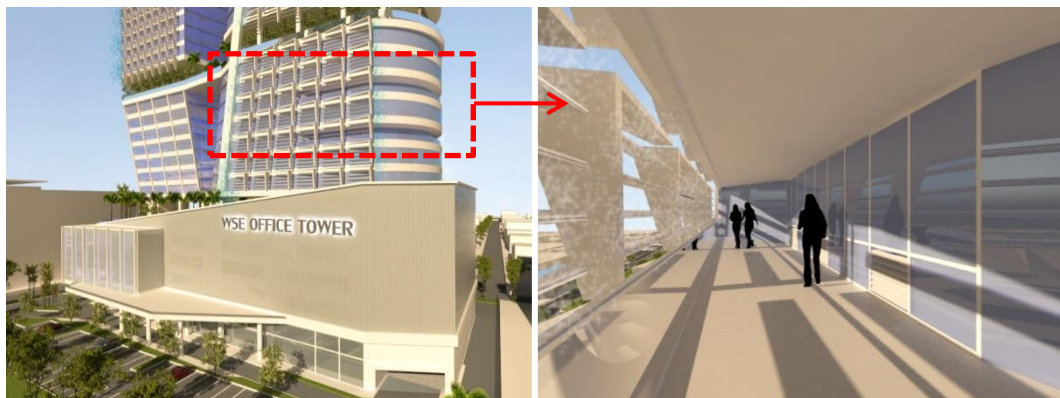
Pada NBF Osaki Building, sistem *evaporative* pada bangunan dirancang menjadi satu kesatuan pada kisi-kisi bangunan (*passive shading*). Kisi-kisi bangunan merupakan *passive shading* yang berfungsi sebagai penahan panas matahari dan juga akan mengeluarkan uap air akibat panas matahari. Pengembangan pada perancangan ini, elemen pembayangan dikembangkan dengan kombinasi *passive & active shading* agar pengendalian terhadap panas matahari lebih optimal. Secara teknis, pola air pada selubung bangunan tidak menerapkan uap air seperti NBF Osaki Building namun dengan sistem semprot/*spray* yang diletakkan pada belakang kisi-kisi (*horizontal & vertical shading*). Sistem *spray* mempunyai kelebihan bahwa partikel air pada permukaan bangunan lebih banyak daripada uap air. Kisi-kisi (*horizontal & vertical shading*), berfungsi untuk mempercepat aliran angin (bentuk *aerofoil*) dan juga sebagai pengarah angin (*active shading*) agar mendekat ke permukaan bangunan.



Gambar 5.73 Rancangan gedung kantor hemat energi menerapkan kombinasi sistem *passive & active shading*



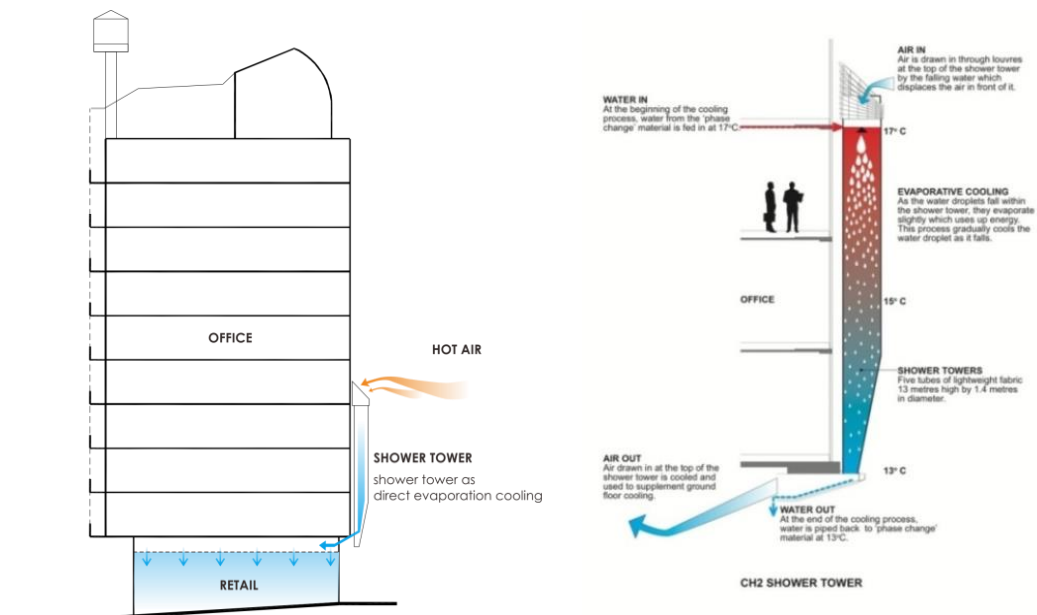
Gambar 5.74 (gambar kiri) NBF Osaki mengandalkan penguapan dari kisi-kisi; (gambar kanan) rancangan gedung kantor menerapkan sistem *spray* dengan partikel air yang lebih banyak dan juga *shading* sebagai penahan panas



Gambar 5.75 Kombinasi *passive & active shading* dan juga *water spray* pada area balkon gedung kantor (a), gambar detail integrasi komponen *water spray* dengan *shading element* (b)

Berlandaskan pada teori yang diangkat, sistem *sun protection (shading)* yang dapat disesuaikan (*automatic* atau *manual*) lebih mudah dalam mengontrol radiasi panas & cahaya yang masuk (Gonzalo, 2006). Namun pada perancangan gedung kantor ini, *shading* tidak hanya untuk mengontrol radiasi panas & cahaya saja tetapi juga berfungsi sebagai pengarah angin untuk mendukung sistem *spray* pada selubung bangunan.

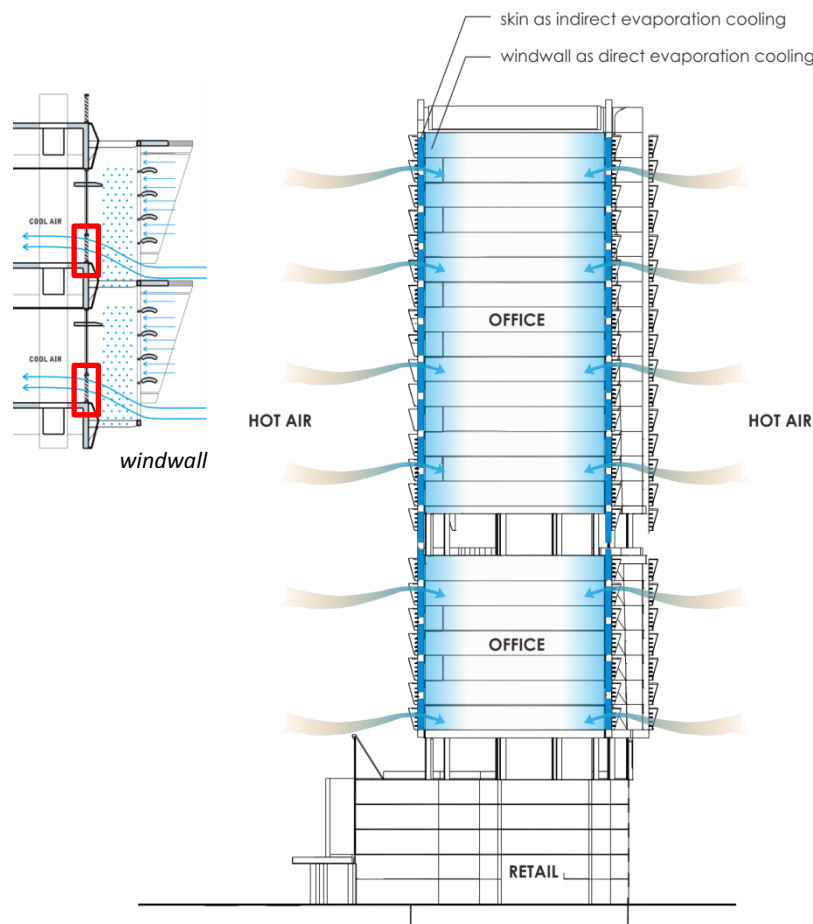
Pada Council House 2, *direct evaporation cooling* diterapkan dengan teknik *shower tower*. *Shower tower* merupakan elemen bangunan yang berfungsi untuk menangkap angin. Kemudian angin dengan kondisi panas dialiri oleh air (*shower*) dan hasil udara yang lebih dingin dialirkan untuk bangunan retail (area penunjang, gambar 5.55). Pada perancangan gedung kantor hemat energi ini *direct evaporation cooling* lebih menyeluruh diterapkan pada sisi/permukaan bangunan (gambar 5.56). *Windwall* sebagai sirkulasi udara dirancang pada sisi/permukaan Timur-Barat dengan tujuan untuk memasukkan udara dingin akibat proses *water spray*. *Windwall* dirancang merata pada sisi Timur-Barat bangunan agar proses penurunan temperatur dalam bangunan juga merata.



Gambar 5.76 Sistem *direct evaporation cooling* pada Council House 2 dengan teknik *shower tower*

Windwall dan keseluruhan rancangan untuk mencapai *direct evaporation cooling* melibatkan berbagai hal yang meliputi rancangan denah, atrium/void, perletakan ventilasi, arah angin, dan faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan agar terjadi sirkulasi udara silang pada bangunan.

Penerapan teknik *evaporation cooling* pada perancangan ini dibandingkan dengan Council House 2, selain lebih menyeluruh pada sisi/permukaan bangunan untuk pengaplikasian *direct evaporation*, perancangan ini juga mengaplikasikan *indirect evaporation* yang terintegrasi dengan elemen pembayangan. Perancangan gedung kantor hemat energi ini mengkombinasikan *direct & indirect evaporation cooling* sedangkan Council House 2 hanya menerapkan *direct evaporation cooling*.



Gambar 5.77 *Direct evaporation* rancangan gedung kantor dengan penerapan *windwall* pada sisi ruang-ruang utama perkantoran sehingga mengurangi sebagian besar pemakaian energi pendinginan buatan

Inovasi pada perancangan gedung kantor ini terletak pada sistem integrasi desain selubung yang berfungsi sebagai elemen pembayangan (*shading device*) dan *evaporative cooling* bangunan. Integrasi desain selubung bangunan tersebut menjadi sangat kompleks dibandingkan bangunan yang telah ada dikarenakan memperhatikan berbagai aspek seperti bentuk selubung (*horizontal & vertical shading*), arah angin, panas matahari, view keluar bangunan, bentuk bangunan, bentuk selubung dan penempatan selubung pada area terpanas. Tujuannya adalah untuk mendapatkan penghematan energi pendinginan yang lebih optimal baik dengan cara menurunkan suhu permukaan bangunan maupun menurunkan suhu ruangan. Cara tersebut juga merupakan penerapan teori dari Lechner, 2014, bahwa kombinasi *direct & indirect evaporative cooling* merupakan pilihan terbaik daripada menerapkan *direct evaporation* saja ataupun *indirect evaporation* saja.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Faktor-faktor pengendalian panas bangunan dilakukan dengan pendekatan *passive design*. Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait *passive design* antara lain penempatan inti bangunan, orientasi & aspek rasio bangunan, ventilasi udara silang, ruang transisional & balkon, selubung bangunan, elemen pembayangan dan pencahayaan alami (Yeang, 1999). Selain *passive design*, bentuk geometri yang memperhatikan s/v ratio juga mempunyai pengaruh terhadap penerimaan panas bangunan. Semakin kecil nilai s/v ratio pada sebuah bentuk & geometri sebuah gedung maka artinya luas permukaan selubung semakin efektif terhadap volume bangunan (Markus, 1980). Aspek-aspek yang perlu diperhatikan tersebut merupakan kriteria yang diperlukan dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini.

Permasalahan perancangan gedung kantor akibat orientasi bangunan yang akan cenderung meningkatkan transfer panas ke bangunan akan dilakukan dengan cara merancang selubung bangunan sebagai penahan transfer panas dengan konsep *water spray envelope*. Selubung bangunan pada sisi Timur-Barat dirancang agar dapat menahan transfer panas dengan cara mengalirkan air pada permukaan bangunan. *Water spray envelope* merupakan teknik *passive cooling* dengan pendekatan *evaporative cooling*. Beberapa penelitian yang mendukung penerapan konsep *evaporative cooling* menjadi referensi dalam perancangan gedung kantor hemat energi ini. Pendekatan *passive design* dan *evaporative cooling* diterapkan pada perancangan gedung kantor ini sesuai dengan tujuan perancangan yakni dengan konsep *water spray envelope* berupaya untuk menurunkan suhu bangunan khususnya yang mempunyai permasalahan terhadap orientasi bangunan.

Hasil perancangan gedung kantor hemat energi dengan konsep *water spray envelope* dapat dilihat dari penerapan *water spray* pada selubung bangunan sisi Timur-Barat. Dimana sisi Timur-Barat mendapatkan paparan panas matahari sepanjang tahun. Sedangkan pada sisi Utara-Selatan, transfer panas bangunan akibat matahari dapat diminimalisir dengan menempatkan inti bangunan pada area Utara-Selatan (penempatan *core* ganda). Paparan panas matahari juga direspon dengan bentuk geometri bangunan dengan bentuk *folding-twist* dan beberapa bagian bangunan menghindari panas matahari (menjorok kedalam).

Desain selubung bangunan dirancang agar dapat mengarahkan angin agar mendekat ke permukaan bangunan dan menyebarkan air untuk mereduksi panas matahari. Disamping itu selubung bangunan juga harus mengakomodasi kontrol pencahayaan dan silau bangunan sehingga integrasi sistem diantara selubung bangunan cukup kompleks. Terlebih selubung bangunan juga menerapkan kombinasi sistem *active* dan *passive shading device*.

Komposisi desain *water spray envelope* yang baik adalah yang memperhatikan arah datangnya angin, bentuk bangunan yang dapat mengalirkan angin (adanya bentuk *smooth/kurva*), bentuk selubung yang mengarahkan angin, dan penempatan selubung pada area terpanas bangunan. Penerapan *water spray* yang paling optimal adalah dengan kombinasi *direct & indirect evaporation cooling*. Tidak hanya selubung bangunan saja yang direduksi peningkatan panasnya (*indirect evaporation*) namun dengan mendinginkan area ruangan bangunan (*direct evaporation*). Dengan demikian bangunan akan terasa lebih dingin dan mengurangi beban pendingin buatan. Dapat disimpulkan bahwa komposisi desain *water spray envelope* tidak hanya berkaitan dengan penempatan selubungnya saja namun juga memperhatikan aspek lainnya untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Inovasi pada perancangan gedung kantor ini terletak pada sistem integrasi desain selubung yang berfungsi sebagai elemen pembayangan (*shading device*) dan *evaporative cooling* bangunan. Integrasi desain selubung bangunan tersebut menjadi sangat kompleks dibandingkan bangunan yang telah ada dikarenakan memperhatikan berbagai aspek seperti bentuk selubung (*horizontal & vertical shading*), arah angin, panas matahari, view keluar bangunan, bentuk bangunan,

bentuk selubung dan penempatan selubung pada area terpanas. Tujuannya adalah untuk mendapatkan penghematan energi pendinginan yang lebih optimal baik dengan cara menurunkan suhu permukaan bangunan maupun menurunkan suhu ruangan.

6.2 Saran

Hasil dari perancangan gedung kantor ini direkomendasikan kepada akademisi dan perancang dimana rancangan ini dapat dijadikan referensi mengenai rancangan skematik gedung kantor hemat energi dengan konsep *water spray envelope* untuk mengurangi atau menekan energi pendinginan buatan pada gedung kantor. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut adalah :

- Metode *force based framework* pada tahap evaluasi seharusnya dapat dikaji lebih mendalam dengan menggunakan simulasi atau perhitungan yang lebih detail terkait suhu ruangan bangunan (tidak hanya suhu permukaan)
- Proses eksplorasi bentuk bangunan (*folding architecture*) yang seharusnya dapat dilakukan lebih kompleks dan eksploratif dengan bantuan software 3 dimensi lainnya atau dengan teknik lain selain *folding architecture* (misal dengan *parametric*, *surface pattern*).
- Pemilihan material pada selubung bangunan dan komponen *water spray* dapat di explore lebih mendalam

Tesis perancangan ini sebaiknya juga dilakukan validasi oleh peneliti yang ahli dibidang sains bangunan agar hasil perancangan ini dapat dijelaskan kelebihan dan kekurangan dari segi teknisnya (terkait penurunan suhu bangunan).

Secara keseluruhan, dari tesis perancangan ini direkomendasikan terhadap peneliti selanjutnya untuk melakukan pengembangan desain pada permukaan bangunan khususnya ruang antara selubung bangunan (*water spray*) dengan bangunan utama. Ruang tersebut merupakan area jatuhnya sisa *water spray* yang seharusnya dapat dimanfaatkan sebagai *vertical garden* atau hal lain yang bertujuan mengurangi panas permukaan bangunan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- AbdelRahmen; AbdelNaeem; Mohamed, AbdelLatif. 2015. "Further step beyond green - From distractive, to balance, towards restorative built environment" *Housing and Building National Research Centre* Vol 13 hal 321-330
- Alaidroos, Alaa dan Krarti Moncef. 2017. "Optimized Controls for Ventilated Wall Cavities with Spray Evaporative Cooling Systems". *Energy and Building*
- Alnusairat, SF. 2018. "Approaches to Skycourt Design and Performance in High Rise Office Buildings in a Temperate Climate".
- Apritasari, Y Dahlia. 2017. "Optimization design of light shelf for visual comfort and energy savings in an office space". *ECEE 2017 Summer Study-Consumption, Efficiency & Limits*
- Basulto, David. 2009. Shenzhen International Energy Mansion / BIG, <www.archdaily.com/34496/shenzhen-international-energy-mansion-big?ad_medium=gallery> (diakses pada 10 Oktober 2018)
- Boyer, Mark. 2012. Nikken Sekkei's Evaporative Cooling Bioskin Building Wins Energy Award at World Architecture Festival, <www.inhabitat.com/nikken-sekkeis-evaporative-cooling-bioskin-building-wins-production-energy-and-recycling-award-at-world-architecture-festival/> (diakses pada 8 Agustus 2018)
- Chungloo, Sudaporn dan Limmeechokchai, Bundit. 2007. "Application of passive cooling systems in the hot and humid climate: The case study of solar chimney and wetted roof in Thailand". *Building and Environment*. Vol 42 hal 3341-3351
- Cilento, Karen. 2012. Al Bahr Tower Responsive Façade / Aedas, <www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas> (diakses pada 13 April 2018)
- Conway, Bryan. 2017. Office Building, <www.wbdg.org/building-types/office-building> (diakses pada 13 April 2018)
- Crosby, Brendan, et al. 2008. Office Building. Northeastern University School of Architecture ARCH G691. Graduate Degree Project Studio. Boston, Massachusetts. Northeastern University School of Architecture
- Dekay, Mark dan Brown, GZ. 2014. *SUN, WIND & LIGHT, Architectural Design Strategies*. USA : John Wiley & Sons
- Duffy, Francis, et al. 1976. Planning Office Space. Great Britain. The Architectural Press Ltd
- Elotefy, Hazem, et al. 2015. "Energy-efficient Tall Building Design Strategies : A Holistic Approach". International Conference on Technologies and

Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability, TMREES15, Energy Procedia 74 hal 1358-1369

- Gintoff, Vladimir. 2016. Andrew Bromberg of Aedas Design Abdul Latif Jameel's Corporate Headquarter in Jeddah, <www.archdaily.com/786539/aedas-designs-abdul-latif-jameel-corporate-headquarters-in-jeddah?ad_medium=gallery> (diakses pada 20 Oktober 2018)
- Gonzalo.R & Habermann, KJ. 2006. *Energy Efficient Architecture*. Birkhauser Architecture
- Groat, L dan Wang, D. 2013. *Architectural Research Methods*. Canada. John Wiley & Son.
- Jahed, Negin. 2018. "Performance-Based Facades: Tetrafit Strategies for Energy Efficiency and Comfort in Existing Office Buildings". 13th International Congress on Advances in Civil Engineering
- Jaimes, J Douglass. 2015. AD Classic : Menara Mesiniaga, <www.archdaily.com/774098/ad-classics-menara-mesiniaga-t-r-hamzah-and-yeang-sdn-bhd> (diakses pada 13 April 2018)
- Jones, Christopher. 1970. *Design Methods*. London: John Wiley & Sons
- Jormakka, Kari. 2014. *Basic Design Methods*. Basel. Birkhauser
- Juniwati, Anik dan Antaryama, IGN. 2005. "Konsekuensi Energi Akibat Pemakaian Bidang Kaca Pada Bangunan Tinggi Di Daerah Tropis Lembab". *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol 33 hal 70-75
- Kharrufa, SN, & Adil, Yahyah. 2012. "Upgrading the building envelope to reduce cooling loads". *Energy and Buildings* Vol 55 hal 389-396
- Kheir, Al-Kodmany, 2015. *Eco-towers Sustainable Cities in the Sky*. Published by WIT Press
- Konstantzos, I, & Tzempelikos, A, 2015. "Design Recommendations For Perimeter Office Spaces Based On Visual Performance Criteria". CISBAT 2015
- Laksmiyanti, Dian PE. 2016. "Kinerja Bentuk Bangunan Perkantoran Bertingkat Menengah di Surabaya Terhadap Efisiensi Energi Pendinginan". *Jurnal IPTEK* Vol 20
- Lawson, Bryan. 2005. *How Designers Think, The Design process Demystified*. London :Architectural Press
- Lechner, Norbert. 2015. *Sustainable Methods For Architect "HEATING, COOLING, LIGHTING"*. New Jersey :John Wiley & Sons
- Nuraida, Ida. 2008. *Manajemen Administrasi Perkantoran*, Yogyakarta: Kanisius
- Maininia, Andrea Giovanni; Speronia, Alberto; Zania, Andrea; Polia, Tiziana. 2016. "The effect of water spray systems on thermal and solar

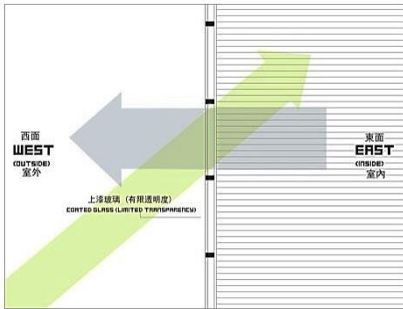
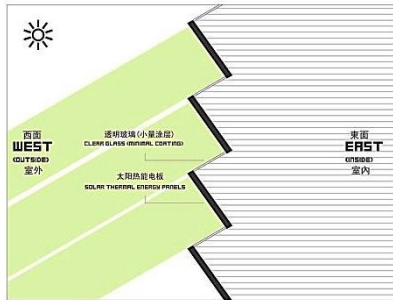
- performance of an ETFE panel for building envelope”. *Procedia Engineering*. Vol 155 hal 352-360
- Manasseh, L & Cunliffe, R. 1962. *Office Building*. London : B.T. Bastford. Ltd
- Markus T.A, Morris E.N (1980), *Buildings, Climate and Energy*, Pitman Publishing Limited, London
- Miniotaite, Ruta. 2017. “Research into the structure and technologies of the building envelope”. *Energy Procedia* Vol 132 hal 460-465
- Moffet, Kenneth. M. 2017. *Forming and Centering. Foundational Aspect of Architectural Design*. UK : Emerald Publishing
- Muzakir, Imam. 2016. 2017-2018, Surabaya Kebanjiran Gedung Perkantoran, <www.beritasatu.com/properti/387451-20172018-surabaya-kebanjiran-gedung-perkantoran.html> (diakses pada 5 Maret 2018)
- Pearce, Mick. 2016. Council House 2 Melbourne, <<http://www.mickpearce.com/CH2.html>> (diakses pada 13 April 2018)
- Pitoko, R Aji. 2016. Surabaya Timur, Calon Pusat Bisnis Baru, <www.properti.kompas.com/read/2016/07/12/110000521/Surabaya.Timur.Calon.Pusat.Bisnis.Baru> (diakses pada 5 Maret 2018)
- Plowright, Philip D. 2014. *Revealing Architectural Design.Methods, Framework and Tools*. London & New York :Routledge
- Pomeroy, J. 2014. *The Skycourt Garden and Skygarden : Greening the Urban Habitat*. 1st Eddition. Routledge
- Priatman, Jimmy. 1999. “Fasad Kaca Pintar,Teknologi Inovatif Bangunan Tinggi Hemat Energi”
- Puspita, DF. 2017. “Teritorialitas : Kantor dan Apartemen sebagai Ruang Interaksi Feminisme”. *Jurnal Sains dan Seni ITS*
- Raji, Babak, et al. 2017. “Early-Stage Design Considerations for the Energy-Efficiency of High-Rise Office Buildings”. *Journal Sustainability* 2017
- Ripple, Jeana. 2014. *Evaporative Skin*, <www.ripplearchitecture.com/Evaporative-Skin> (diakses pada 19 Mei 2018)
- Rowe, Peter G. 1987. *Design Thinking*. London. The MIT Press.
- Sayigh, Ali. 2017. *Sustainable High Rise Building in Urban Zones*. Switzerland :Springer International Publishing
- Welch, Adrian. 2018. Sony City Osaki, Japan : Tokyo Office, <www.e-architect.co.uk/tokyo/sony-city-osaki> (diakses pada 4 Oktober 2018)
- Yeang, Ken. 1994. *Bioclimatic Skyscraper*. London :Artemis
- Yeang, Ken. 1999. *The green skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Munich : Prestel

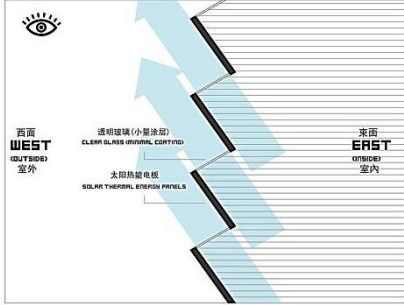
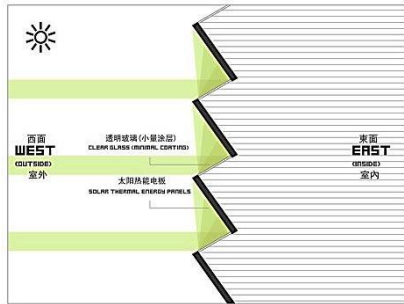
(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN 1

VALIDASI DESAIN PROSES :*FORCE BASED FRAMEWORK*

SHENZHEN INTERNATIONAL ENERGY MANSION oleh Bjarke Ingels Group (BIG)

PROSES	ANALISA	KEYWORD/STATEMENT
Identifikasi Force (<i>CONTEXT CULTURE NEED</i>)	<i>Force</i> yang digunakan pada desain ini yaitu melihat konteks kota Shenzhen yang berada di iklim tropis dan panas radiasi matahari. Pada iklim tropis, jumlah radiasi matahari yang cukup besar berpengaruh terhadap bentuk bangunan. Bangunan harus mempunyai denah yang efisien, dengan selubung tertutup yang dimodifikasi dan dioptimalkan merespon iklim setempat.	<i>. . . we can no longer design buildings that depend on high consumption to provide a comfortable working environment, specially in tropical weathers.</i> <i>. . . a tower based on an efficient and well-proven floor plan, enclosed in a skin specifically modified and optimized for the local climate.</i>
PROPOSE FORM <>REFINE <> ASSEMBLE	 Menghindari pemakaian <i>curtain wall</i> secara tradisional dikarenakan tingkat isolasi yang rendah yang menyebabkan peningkatan panas yang cepat oleh radiasi matahari 	<i>The traditional curtain wall glass façade has a low insulation level and leaves the offices overheated by the direct sunlight. This results in excessive energy consumption for air conditioning as well as the need for heavy glass coating that makes the view seem permanently dull and grey.</i> <i>By folding the façade in an origami like structure we achieve a structure with closed and open parts. The closed parts are providing a high-insulation façade, while blocking the direct sunlight. On the outside the closed parts are fitted with solar thermal heat panels that are powering the air conditioning and providing dehumidification for the</i>

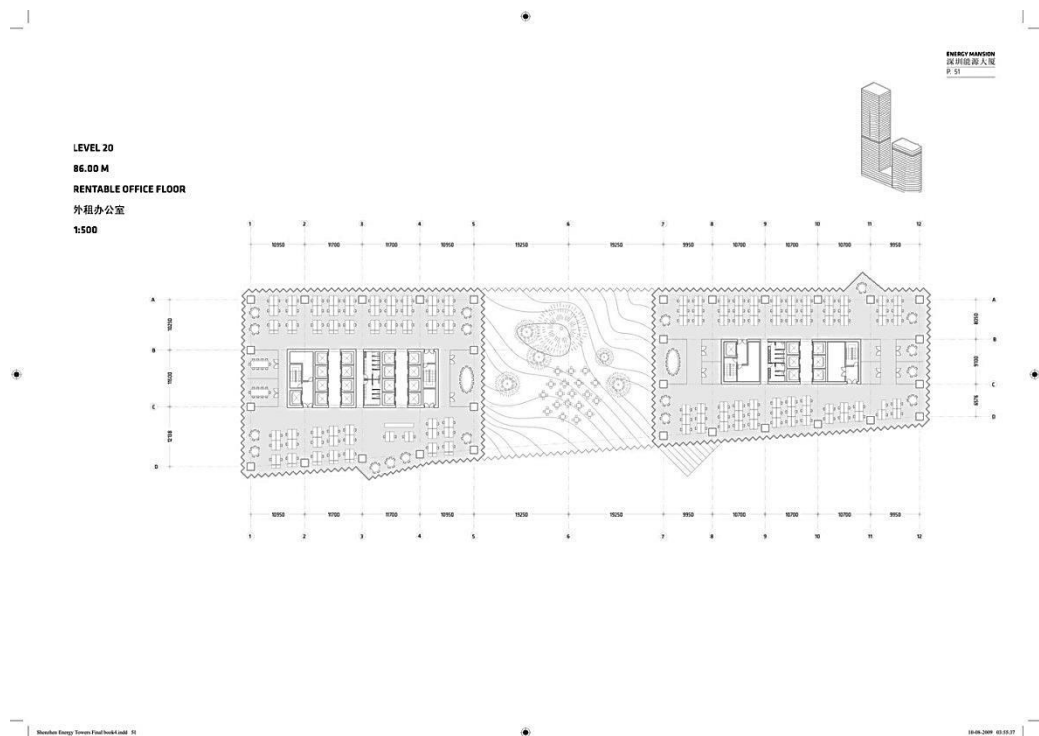
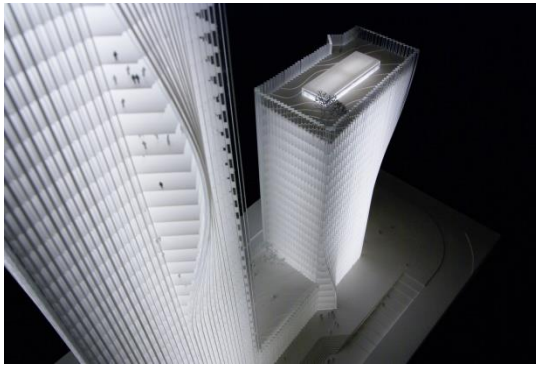
	Bentukan dibuat berlipat dengan sisi tertutup & terbuka. Bagian yang tertutup mempunyai tingkat isolasi tinggi dan menghalau radisasi matahari. Juga berfungsi sebagai solar panel untuk membangkitkan energi pendinginan.  Bagian yang terbuka berfungsi sebagai pencahayaan alami bangunan. Juga sebagai visibility pengguna bangunan.  Bentukan yang berlipat menyebabkan pantulan panas dari kaca berkumpul pada solar panel. Semakin meningkatkan energi solar panel sehingga menurunkan energi bangunan.	working spaces. <i>The folded wall provides a free view through clear glass in one direction, and creates condition of plenty of diffused daylight by reflecting the direct sun between the interior panels</i> <i>Even when the sun comes directly from east or west, the main part of the solar rays are reflected off the glass due to the flat angle on the window. The reflected rays increase the efficiency of the solar thermal energy panels. The combination of minimal passive solar heating as well as active solar panels will reduce the building energy consumption with more than 60%.</i>
PROPOSAL		Proposal Desain

Kesimpulan :

Shenzhen International Energy Mansion menerapkan *force based framework* dalam tahap proses desainnya. Melihat konteks bangunan dimana panas matahari sebagai *force* sehingga menghasilkan bentukan berlipat yang merespon keadaan iklim setempat.

VALIDASI DESAIN PROSES : *FORCE BASED FRAMEWORK*

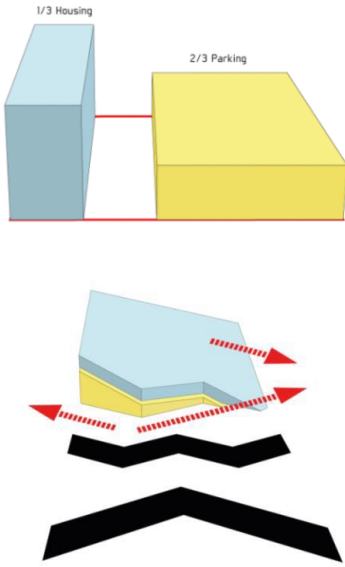
SHENZHEN INTERNATIONAL ENERGY MANSION oleh Bjarke Ingels Group (BIG)

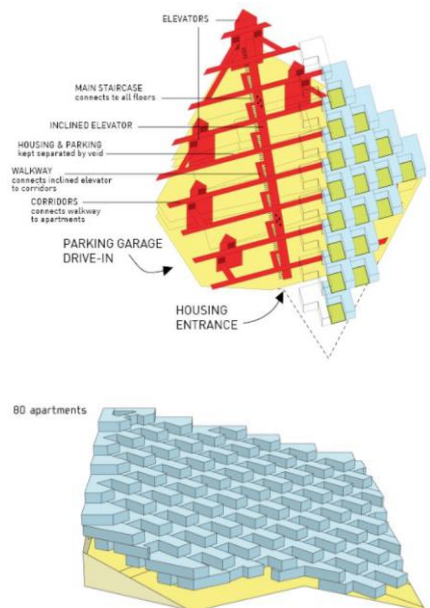


LAMPIRAN 2

VALIDASI DESAIN PROSES : *FORCE BASED FRAMEWORK*

THE MOUNTAIN DWELLING oleh Bjarke Ingels Group (BIG)

PROSES	ANALISA	KEYWORD/STATEMENT
Identifikasi Force (<i>CONTEXT CULTURE NEED</i>)	<i>Force</i> yang digunakan pada desain ini yaitu melihat kebutuhan (<i>need</i>) dari sebuah proyek rumah tinggal. Kebutuhan tempat tinggal yang harus dipenuhi yaitu proporsi 2/3 untuk area parkir dan 1/3 untuk tempat tinggal. Selain itu tempat tinggal juga harus mendapatkan cahaya matahari, udara segar dan view yang baik.	<i>The program, however, is 2/3 parking and 1/3 living.</i> <i>... and the homes require sunlight, fresh air and views,</i>
PROPOSE FORM <>REFINE <> ASSEMBLE	 Berdasarkan force diatas, bentuk bangunan tidak dipisah menjadi dua massa berdasarkan area parkir dan tempat tinggal, namun disatukan dalam satu bangunan yang menampung dua fungsi tersebut. Bentuk mempunyai keuntungan yang pada setiap fungsinya.	<i>What if the parking area became the base upon which to place terraced housing - like a concrete hillside covered by a thin layer of housing, cascading from the 11th floor to the street edge? Rather than doing two separate buildings next to each other - a parking and a housing block - we decided to merge the two functions into a symbiotic relationship</i>

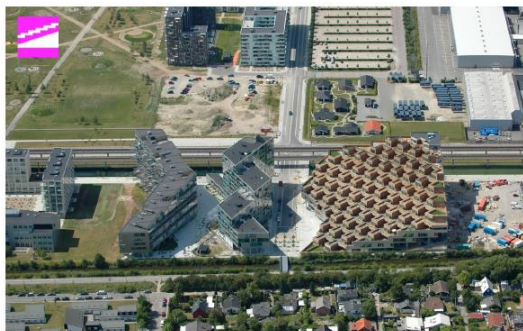
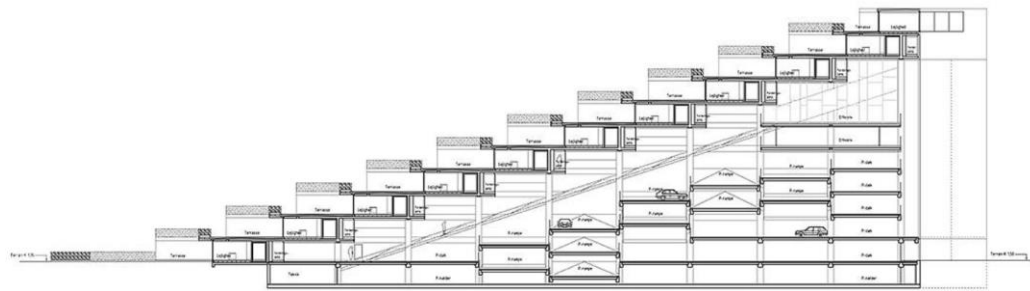
	 Bentuk bangunan menyerupai gunung/lembah dimana area bawah sebagai area parkir dan bagian atas menjadi tempat tinggal. Dengan bentuk seperti ini, area parkir yang didapat menjadi sangat banyak (480 unit). Sedangkan rumah tinggal (80 unit) yang bertingkat seperti terasiring, mendapatkan cahaya matahari, udara segar dan view yang baik sesuai dengan <i>force</i> yang ditentukan di awal.	<i>The residents of the 80 apartments will be the first in Orestaden to have the possibility of parking directly outside their homes. The gigantic parking area contains 480 parking spots and a sloping elevator that moves along the mountain's inner walls.</i>
PROPOSAL		Proposal Desain

Kesimpulan :

The Mountain Dwelling menerapkan *force based framework* dalam tahap proses desainnya. Melihat kebutuhan tempat tinggal sebagai *force* sehingga menghasilkan bentuk bangunan yang mirip seperti gunung/lembah. Dengan bentuk seperti tersebut maka kebutuhan area parkir terpenuhi dan kebutuhan tempat tinggal seperti mendapatkan cahaya matahari, udara segar dan view yang menarik juga tercapai.

VALIDASI DESAIN PROSES :*FORCE BASED FRAMEWORK*

THE MOUNTAIN DWELLING oleh Bjarke Ingels Group (BIG)

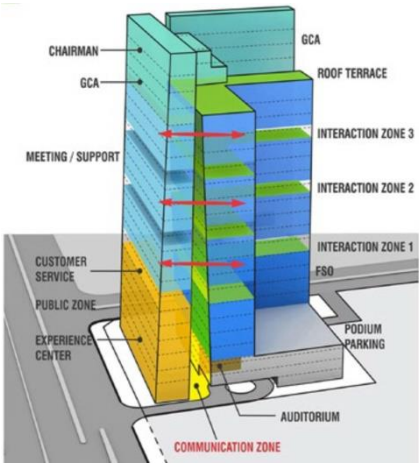


LAMPIRAN 3

VALIDASI DESAIN PROSES : *FORCE BASED FRAMEWORK*

ABDUL LATIF JAMEEL'S CORPORATE HEADQUARTER oleh Aedas

PROSES	ANALISA	KEYWORD/STATEMENT
Identifikasi Force (<i>CONTEXT CULTURE NEED</i>)	<i>Force</i> yang digunakan pada desain ini yaitu melihat konteks kota Jeddah yang berada di iklim tropis kering. Dimana radiasi matahari dari arah barat menjadi permasalahan terhadap peningkatan panas bangunan. Selain itu kebisingan juga menjadi <i>force</i> pada perancangan gedung ini dikarenakan letaknya yang tepat pada persimpangan jalan raya utama.	-
PROPOSE FORM <>REFINE <> ASSEMBLE	 Bentuk bangunan dipengaruhi oleh <i>force</i> yang telah ditetapkan diatas. Bentuk bangunan yang berdekatan dengan jalan raya, didesain dengan dinding massif seperti dinding tradisional pemukiman di Arab. Dinding massif tersebut berfungsi sebagai penghalang radiasi matahari barat. Selain itu, dinding massif juga berfungsi penghalang kebisingan yang ditimbulkan dari persimpangan jalan raya,	<i>The facility walls adjacent to the roads are covered in a “protective” plaster, emulating the city’s traditional buildings, and limiting the structure’s exposure to harsh western light while mitigating street noise</i>

	 Perletakan inti bangunan, ruang konferensi, kantin, gym, ruang ibadah dan toilet (area servis) didesain pada area barat guna menahan transfer panas dari arah matahari barat. Sedangkan area kantor lebih mendapatkan pembayangan pada area timur bangunan.	<i>Glass-clad offices on the interior side of the building contain open-plan offices, while the plaster-covered street facing volume houses support services including cores, conference rooms, canteens, a gym, prayer rooms, and bathrooms.</i>
PROPOSAL		Proposal Desain

Kesimpulan :

Abdul Latif Jameel's Corporate Headquarter menerapkan *force based framework* dalam tahap proses desainnya. Melihat konteks bangunan dimana panas radiasi matahari menjadi permasalahannya dan juga lokasi bangunan yang berdekatan dengan persimpangan jalan raya. Desain berupaya membuat *barrier* agar panas radiasi matahari sore tidak langsung menembus area kantor dengan cara menggunakan dinding/*cladding* massif pada area barat. Dinding tersebut juga berfungsi sebagai penghalang kebisingan yang timbul dari persimpangan jalan raya.

VALIDASI DESAIN PROSES :*FORCE BASED FRAMEWORK*

ABDUL LATIF JAMEEL'S CORPORATE HEADQUARTER oleh Aedas



LAMPIRAN 4

DATA OKUPANSI DAN PERHITUNGAN LIFT

NO	ITEM	NILAI	SATUAN	QT	HASIL	SATUAN
Data Lift (Produk)						
1	Σ Lift	7	unit			
2	Kapasitas Lift	16	orang			
		1500	kg			
3	Kecepatan Lift	5	m/detik			
Data Kantor (Perancangan)						
4	Tinggi Floor To Floor (FTF)	4	meter	30	120	meter
5	Σ Unit Kantor Sewa	2	unit/lt	21	42	unit
6	Σ Unit Retail	20	unit	1	20	unit
7	Σ Unit Cafeteria	20	unit	1	20	unit
8	Kantor Management	1	unit	1	1	unit
9	Ruang Penitipan Anak	1	unit	1	1	unit
10	Gym & Fitness	1	unit	1	1	unit
Data Okupansi Bangunan						
1	Σ Penghuni Kantor Sewa	50	orang/unit	42	2100	orang
2	Σ Penghuni Retail	4	orang/unit	14	56	orang
3	Σ Penghuni Cafeteria	4	orang/unit	10	40	orang
4	Σ Penghuni Kantor Management	40	orang	1	40	orang
5	Σ Tenaga Operasional & Maintenance	20	orang	1	20	orang
6	Σ Penghuni R Penitipan Anak	20	orang	1	20	orang
7	Σ Pengguna Gym & Fitness	40	orang	1	40	orang
8	Σ Pengunjung/Tamu	210	orang	1	210	orang
	Σ Penghuni Dalam Bangunan				2526	orang

NO	PERHITUNGAN	KOMPONEN	NILAI	SATUAN	HASIL	SATUAN
1	BP (Beban Puncak)	Populasi beban puncak (4%)	4	%	321	orang
		Kepadatan pengguna kantor	2590	orang		
		Luas per Lantai	1070	meter ²		
		Jumlah lantai yang dilalui lift	30	lantai		
2	RTT (Round Trip Time)	Pintu dibuka di lantai awal	2	detik	214,4	detik
		Penumpang masuk	24			
		Pintu tertutup	2			
		Pintu dibuka di lantai tujuan	58			
		Penumpang keluar	24			
		Pintu tertutup	56			
		Perjalanan bolak-balik	46,4			
3	HC (Handling Capacity)	WT (Waktu Tunggu)	30,62857143	unit	156,7164179	orang
		RTT (Round Trip Time)	214,4	orang		
4	WT (Waktu Tunggu)	Jumlah lift	7	lantai	30,62857143	detik
		RTT (Round Trip Time)	214,4	detik		
5	H (jumlah yang diangkut 1 lift dalam 5 menit)	Kapasitas Lift	16	orang	22,3880597	orang
		RTT (Round Trip Time)	214,4	detik		
6	Interval Lift	Jumlah Lift	7	unit	30,62857143	detik
		RTT (Round Trip Time)	214,4	detik		

NO	REKOMENDASI	NILAI	SATUAN
1	Kecepatan Lift (untuk Kantor 25-35 lantai)	5	m/detik
2	Interval Lift (untuk Kantor)	25-45	detik
3	Persentase Beban Puncak Lift (untuk Kantor)	4	%

Berdasarkan standar pada buku Panduan Sistem Bangunan Tinggi (Juwana, 2005), interval lift yang ideal (waktu tunggu) untuk gedung perkantoran yaitu 25-45 detik. Pada perhitungan perancangan gedung kantor hemat energi ini interval lift dengan jumlah 7 lift akan mendapatkan interval lift 30 detik. Artinya dengan jumlah minimal 7 lift (kecepatan lift 5m/detik & kapasitas 16 orang) telah memenuhi syarat kebutuhan lift bangunan.

Tabel waktu tunggu ideal (Juwana, 2005) hal 67

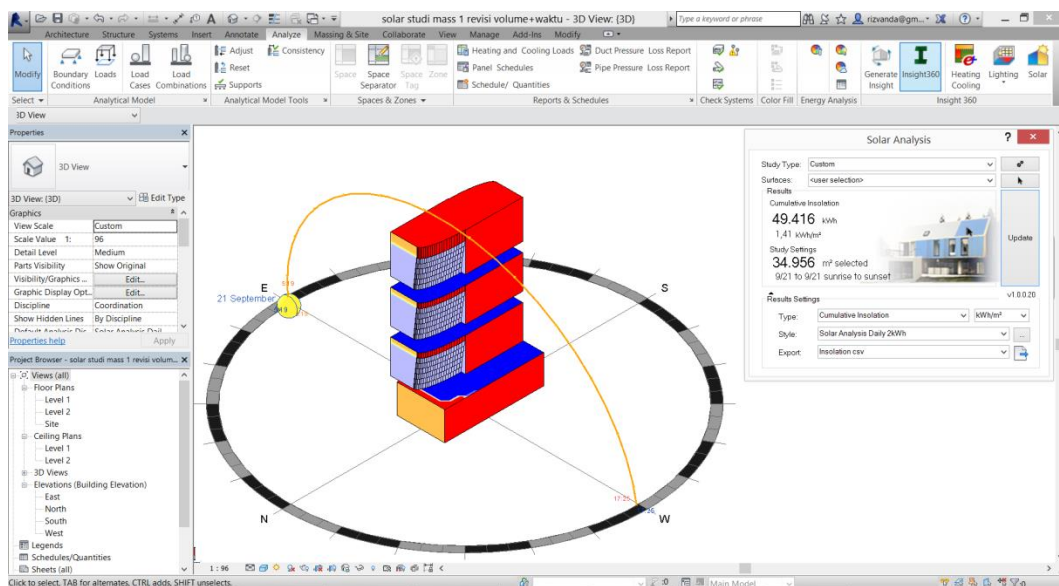
Jenis Bangunan	WT (detik)
Kantor/Rumah Sakit	25 – 45
Apartemen	50 – 70
Hotel	40 – 70
Asrama	60 – 80
Kampus	40 – 60

LAMPIRAN 5

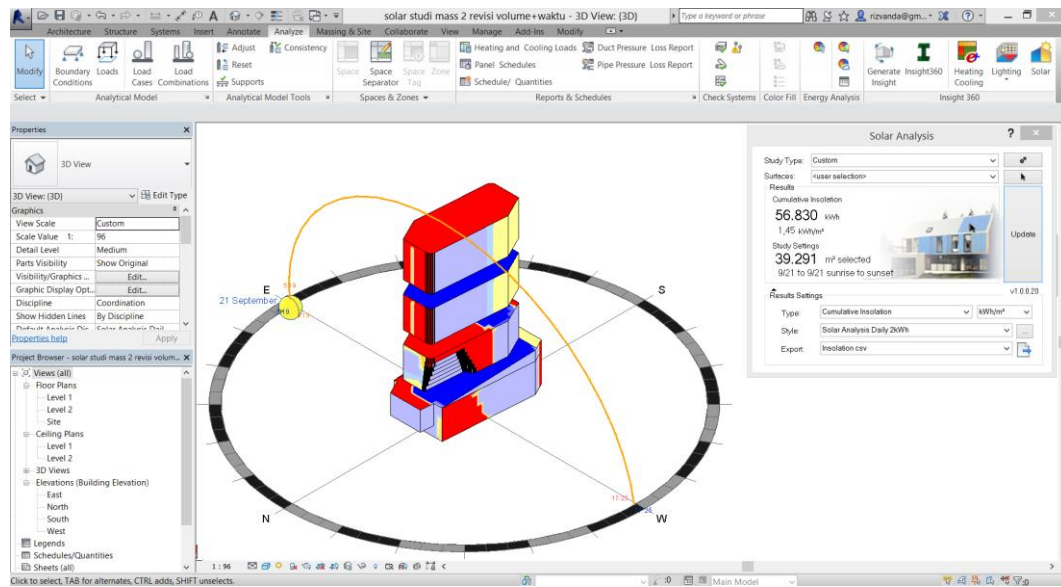
SIMULASI PENERIMAAN PANAS BANGUNAN

Simulasi penerimaan panas bangunan dilakukan dengan alat bantu Revit Architecture dengan plugin Insight. Data yang di input kedalam Revit Architecture meliputi koordinat lokasi bangunan dan stasiun meteorologi terdekat (Stasiun Meteorologi Juanda, Surabaya). Data iklim yang digunakan bersumber dari data iklim Badan Pusat Statistik dan Meteoblue.com dimana penerimaan panas matahari terbesar Kota Surabaya terjadi pada bulan September. Data-data tersebut digunakan sebagai variabel tetap untuk mengkaji dan menganalisa usulan bentuk yang diajukan pada tahap eksplorasi bentuk bangunan.

Simulasi 1 (Bentuk 1)



Simulasi 2 (Bentuk 2)



Simulasi 3 (Bentuk 3)

