

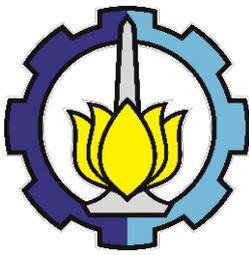
TESIS - DA185411

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS TADULAKO DENGAN KONSEP RUANG TRANSISI

ANDYKA DWI ACSAZHA
08111650070002

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D.
Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, MT.

Departemen Arsitektur
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020



TESIS - DA185411

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS TADULAKO DENGAN KONSEP RUANG TRANSISI

ANDYKA DWI ACSAZHA
08111650070002

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D.
Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, MT.

Departemen Arsitektur
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Arsitektur (M.Ars)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANDYKA DWI ACSAZHA

NRP: 08111650070002

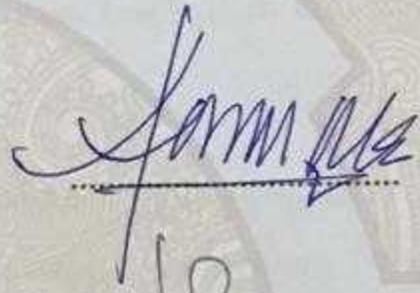
Tanggal Ujian: 06 Januari 2019

Periode Wisuda: Maret 2020

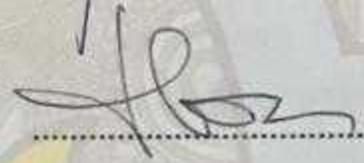
Disetujui oleh:

Pembimbing:

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

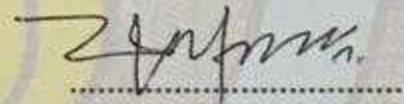


2. Prof. Dr. Ir. V. Totok Noerwasito, MT
NIP: 195512011981031003

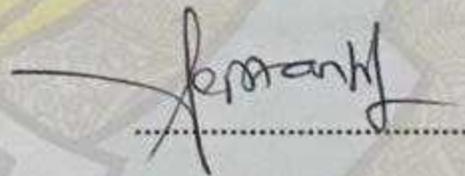


Penguji:

1. Dr. Ima Defiana, ST, MT
NIP: 197005191997032001



2. Dr. Dewi Septanti, S.Pd, ST, MT
NIP: 196909071997022001



Kepala Departemen Arsitektur

Dr. Dewi Septanti, S.Pd, ST, MT

Dr. Dewi Septanti, S.Pd, ST, MT

NIP. 196909071997022001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Andyka Dwi Acsazha
NRP : 08111650070002
Program Studi : Magister Perancangan Arsitektur (S2)
Departemen : Arsitektur

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

Perpustakaan Universitas Tadulako Dengan Konsep Ruang Transisi 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 di tulis secara lengkap pada daftar pustaka.

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

Surabaya, 3 Februari 2020

yang membuat pernyataan:



Andyka Dwi Acsazha

NRP : 08111650070002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis perancangan dengan judul “Perpustakaan Universitas Tadulako dengan Konsep Ruang Transisi”. Penyusunan tesis perancangan ini merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi Program Magister Arsitektur (S2) pada Jurusan Arsitektur, Fakultas Arsitektur Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, 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 Prof. Dr. Ir. Vincentius Totok N, MT., selaku pembimbing II yang selalu memberi arahan, masukan, kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan tesis perancangan ini
3. Ibu Dr. Ima Defiana, ST, MT dan Dr. Dewi Septanti, S.Pd, ST, MT, selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran yang sangat membantu untuk melengkapi tesis perancangan ini.
4. Bapak Ahmad Sahal Junaidi selaku staff administrasi akademik program pascasarjana arsitektur, yang terus membantu segala informasi akademik perkuliahan.
5. Kepada keluarga, H. Hasan Bastari & Kartia Moh. Tahir, sebagai orang tua, yang selalu memberikan dukungan dan doa yang sangat berharga selama proses penyelesaian tesis perancangan ini. Kepada Agung Bangun Bastiawan, Tri Wahyu Berzha Saputra, Tiara & Hasti Nabilla Safa Fitri Anggita, sebagai saudara yang membantu memberi semangat dalam proses pengerjaan 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.

Perpustakaan Universitas Tadulako Dengan Konsep Ruang Transisi

Nama mahasiswa : Andyka Dwi Acsazha
NRP : 08111650070002
Pembimbing : Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D.
Co-Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Vicentius Totok N, MT.

ABSTRAK

Sumber energi yang tersedia di kota Palu tidak mencukupi untuk kebutuhan kota, kurangnya kesadaran untuk pembangunan yang hemat energi menjadi salah satu perhatian. Potensi angin di kota Palu cukup konstan dan dapat dimanfaatkan untuk penghawaan alami. Pembangunan perpustakaan di Universitas Tadulako yang hemat energi dituntut untuk memenuhi kenyamanan termal bagi penggunaannya dengan pemanfaatan angin. Penghawaan alami akan memberikan sirkulasi udara yang baik di dalam bangunan yang dapat memberikan kenyamanan. Aliran udara dapat mempercepat proses penguapan di permukaan kulit sehingga dapat memberikan kesejukan bagi penghuni bangunan. Namun melihat dari fungsi bangunan perpustakaan, pemanfaatan angin sebagai penghawaan alami dapat mempengaruhi kegiatan perpustakaan sehingga perlu adanya pengolahan fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam bangunan. Perumusan perpustakaan Universitas Tadulako dengan konsep ruang transisi menjadi tujuan dalam tesis desain ini.

Proses perancangan dengan menggunakan *force-based method* mengacu pada faktor/kualitas yang dipilih berdasarkan hasil perancangan terkait dengan pengelolaan angin untuk mengadaptasi bangunan hemat energi. Ruang transisi ditetapkan menjadi konsep perancangan dengan pengembangan rancangan menjadi konsep-konsep arsitektural. Konsep-konsep arsitektural tersebut selanjutnya diterapkan menjadi rancangan skematik.

Hasil penerapan konsep ruang transisi adalah solusi penghawaan alami, dari proses analisis angin diharapkan dapat menentukan pengolahan fasad, bentuk dan orientasi bangunan serta penataan ruang dalam bangunan yang memanfaatkan angin sebagai penghawaan alami dan mempertimbangkan kenyamanan pengguna serta fungsi bangunan perpustakaan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan angin dengan konsep ruang transisi akan membentuk bangunan perpustakaan hemat energi.

Kata kunci : Angin, Bangunan hemat energi, Perpustakaan, Ruang transisi

Perpustakaan Universitas Tadulako Dengan Konsep Ruang Transisi

By : Andyka Dwi Acsazha
ID Number : 08111650070002
Supervisor : Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D.
Co-Supervisor : Prof. Dr. Ir. Vicentius Totok N, MT.

ABSTRACT

The available energy sources in the city of Palu are insufficient for the needs of the city, needing awareness for energy-efficient development is a concern. The wind potential in Palu is quite constant and can be used for natural ventilation. Library development at Tadulako University which is energy efficient is demanded to fulfill the thermal comfort for its users by utilizing wind. Natural ventilation will provide good air circulation in the building which can provide comfort. Air flow can increase the evaporation process on the surface of the skin so that it can provide coolness to building occupants. But seeing from the library building, managing wind as an air can influence library activities so that it requires facade processing, shape and facilitation and spatial planning within the building. The formulation of the Tadulako university library with the concept of transition space is the goal in this design thesis.

The design process using a force-based method chooses which factors or qualities are chosen based on the design results related to wind management to adapt energy-efficient buildings. The transition space is determined to be a design concept by developing a design into an architectural concept. The architectural concepts are then applied to the schematic design.

The results of the transition space concept are natural ventilation solutions, wind analysis process is expected to determine the process of facade, shape and construction of buildings as well as spatial planning in buildings that utilize wind as natural ventilation and supported by users and library building functions. Based on these results, it can be concluded that the regulation of the wind with the concept of transition space will make the library building energy efficient.

Keywords : Energy saving buildings, Library, Transitional space, Wind

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR	d
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1	1
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan Perancangan	7
1.3 Tujuan Perancangan	7
1.4 Manfaat Perancangan	8
1.5 Batasan Perancangan.....	9
BAB 2	11
2 KAJIAN PUSTAKA	11
2.1 Perpustakaan	11
2.1.1 Sistem Operasional Perpustakaan	12
2.1.1 Kriteria Perpustakaan Perguruan Tinggi.....	15
2.1.2 Standar Perpustakaan Perguruan Tinggi	16
2.1.3 Desain Perpustakaan	17
2.2 Bangunan Hemat Energi	21
2.2.1 Strategi Hemat Energi pada Bangunan Tinggi.....	21
2.2.2 Strategi Hemat Energi pada Bangunan Bertingkat Rendah	24
2.2.3 Respon Bangunan terhadap Mekanisme Aliran Angin	27
2.2.4 Pengelolaan Angin di dalam Bangunan	32
2.3 Ruang Transisi	36
2.3.1 Mengelola Ruang Transisi pada Fasad Bangunan	38
2.3.2 Mengelola Bentuk dan Orientasi Bangunan dengan Ruang Transisi.....	41
2.3.3 Mengelola Penataan Ruang dengan Ruang Transisi	45
2.4 Sintesa Kajian Pustaka	47
2.5 Studi Kasus Arsitektur dengan Bangunan Hemat Energi	50
2.5.1 Studi Kasus 1 : Regent College Library.....	50
2.5.2 Studi Kasus 2 : National Library of Singapore	52
2.5.3 Studi Kasus 3 : Menara Boustead	54
2.5.4 Studi Kasus 4 : Plaza Atrium	55
2.5.5 Studi Kasus 5 : Strata	57
2.5.6 Studi Kasus 6 : Council House 2.....	59
2.5.7 Studi Kasus 7 : Manitoba Hydro.....	61

2.5.8	Studi Kasus 8 : Tokyo-Nara Tower.....	63
2.6	Sintesa Studi Kasus Arsitektur	66
2.7	Kriteria Umum Perancangan	69
BAB 3		71
3 METODOLOGI PERANCANGAN		71
3.1	Pendekatan Perancangan	71
3.2	Objek Perancangan	73
3.3	Aspek Eksplorasi Perancangan.....	75
3.4	Proses Perancangan	77
3.4.1	<i>Context/culture/needs (identify force)</i>	78
3.4.2	<i>Propose form < > Refine < > Assemble</i>	79
3.4.3	<i>Proposal</i>	79
3.5	Metode Perancangan.....	80
3.5.1	Metode Identifikasi Force	80
3.5.2	Metode Propose Form <> Refine <> Assemble	82
3.5.3	Metode Proposal (Usulan Hasil Akhir)	84
BAB 4		87
4 HASIL ANALISA OBJEK RANCANG		87
4.1	Identifikasi <i>force</i>	88
4.2	Analisa Konteks (<i>Context</i>).....	90
4.2.1	Lokasi Objek Rancangan.....	90
4.2.2	Batasan Objek Rancang.....	93
4.2.3	Lingkungan Sekitar Lahan	95
4.2.4	Sirkulasi.....	96
4.2.5	<i>View</i>	99
4.2.6	Vegetasi.....	101
4.2.7	Angin.....	104
4.2.8	Pencahayaan Matahari dan Temperatur	110
4.3	Analisa Budaya (<i>Culture</i>).....	113
4.3.1	Ruang Interaksi.....	113
4.3.2	Kenyamanan Ruang Perpustakaan	116
4.4	Analisa Kebutuhan (Needs).....	118
4.4.1	Program Ruang.....	118
4.4.2	Organisasi ruang.....	120
4.4.3	Kebutuhan ruang	123
4.4.4	Hubungan ruang	126
4.4.5	Kebutuhan Pencahayaan & Penghawaan	128
4.5	Sintesa Identifikasi <i>Force</i> (Konteks, Budaya, Kebutuhan)	133
BAB 5		137
5 KONSEP & EKSPLORASI RANCANGAN		137
5.1	Konsep perancangan.....	137
5.2	<i>Propose Form, Refine dan Assamble</i>	138
5.2.1	<i>Propose form</i>	142

5.2.2	Refine	167
5.2.3	Assamble	189
5.3	Proposal Perancangan	191
5.4	Hasil Perancangan Perpustakaan Hemat Energi	202
5.4.1	Layout	203
5.4.2	Denah	204
5.4.3	Tampak.....	211
5.4.4	Potongan.....	212
5.4.5	Perspektif	214
5.5	Inovasi Perancangan.....	218
BAB 6		229
6 KESIMPULAN DAN SARAN		229
6.1	Kesimpulan	229
6.2	Saran.....	232
DAFTAR PUSTAKA		235
LAMPIRAN 1		239
BIOGRAFI		241

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta daerah berpotensi angin di Indonesia	3
Gambar 2.1 Skema sistem layanan terbuka (<i>open access</i>)	12
Gambar 2.2 Skema sistem layanan tertutup (<i>close access</i>).....	13
Gambar 2.3 Skema sistem layanan campuran (<i>mixed access</i>).....	14
Gambar 2.4 Zona dan <i>planning</i> pada perpustakaan American School di London..	15
Gambar 2.5 Perubahan setelah mengadaptasi perpustakaan hemat energi pada The David Wilson Library, Leicester	18
Gambar 2.6 Sketsa British Library dan pembagian ruang dalam	18
Gambar 2.7 Ruang terbuka pada <i>interance</i> sebagai kontrol pengunjung di National Library of Nigeria.....	19
Gambar 2.8 Hubungan ruang dan kegiatan setiap ruang dan fasilitasnya pada The David Wilson Library, Leicester	20
Gambar 2.9 <i>Skycourt</i> dengan vegetasi sebagai kontrol terhadap rasiasi matahari dan sebagai <i>Wind-stering</i> dengan vegetasi untuk mengarahkan angin sejuk ke ruang yang di inginkan	23
Gambar 2.10 Strategi ventilasi pada <i>secondary skin</i> dan aliran angin yang dimasukan pada bangunan	24
Gambar 2.11 Strategi hemat energi pada Enterprise park malaysia	24
Gambar 2.12 Strategi hemat energi pada Tech-Linx	25
Gambar 2.13 Ruang lantai bawah Tech-Link dan selasar sebagai kontrol termal dalam bangunan dan pencahayaan alami pada fasad	25
Gambar 2.14 Elemen ruang transisi menjadi pembentuk desain bangunan dan penataan lansekap di universitas Nottingham, Malaysia	26
Gambar 2.15 Ruang transisi diterapkan sebagai peataan ruang	26
Gambar 2.16 Pengaruh bangunan terhadap perilaku aliran udara (a) menuntun; (b) menghalangi; (c) membelokkan aliran udara	27
Gambar 2.17 Pola aliran udara pada bangunan berbentuk kotak dengan orientasi 0 dan 45°	28
Gambar 2.18 Pola aliran udara pada bangunan berbentuk kotak dengan orientasi 0°, 30°, 45°, 60° dan 90°	28
Gambar 2.19 Perbedaan ketebalan bangunan mengakibatkan perbedaan panjang aliran eddy dan zona tenang	29
Gambar 2.20 Perbedaan perilaku aliran udara pada bangunan berbentuk kotak (a) dan persegi panjang (b) dan (c)	29
Gambar 2.21 Perbedaan perilaku aliran udara pada bangunan bentuk yang berbeda dan variasi orientasi (a) bentuk U; (b) bentuk-L; (c) bentuk-T.....	30
Gambar 2.22 Aliran udara pada variasi bentuk kotak dan silinder	30
Gambar 2.23 Aliran udara dengan bukaan pada lantai dasar (Aynsley, 1995).....	31
Gambar 2.24 Pengaruh tinggi bangunan terhadap pola aliran udara dan area tenang	31
Gambar 2.25 (a-b) Bangunan dengan pola sejajar, (c) penataan massa bangunan papan catur	32
Gambar 2.26 Distribusi aliran angin pada ruang dengan penghawaan silang (cross ventilation)	33

Gambar 2.27 Posisi bukaan vertikal terhadap aliran angin	34
Gambar 2.28 Pengaruh <i>overhang</i> pada bukaan terhadap aliran angin	34
Gambar 2.29 Desain <i>wing-wall</i> untuk mengarahkan angin.....	35
Gambar 2.30 Berbagai macam bentuk bukaan atap	35
Gambar 2.31 pengaruh bukaan (<i>windscoop</i>) terhadap aliran angin dan terjadinya Proses <i>stack efek</i>	36
Gambar 2.32 Ruang transisi pada fasad bangunan.....	37
Gambar 2.33 Ruang transisi sebagai elemen kontrol panas matahari dan angin masuk berupa teras yang digunakannya juga sebagai selasar	37
Gambar 2.34 Fungsi fasad pada ruang transisi.....	38
Gambar 2.35 Penerapan ruang transisi pada fasad bangunan berupa balkon, <i>shading</i> , <i>wind-scoop</i> berupa lubang pada selubung bangunan untuk mengarahkan angin dan panel <i>secondary skin</i> untuk menghalang dan mengarahkan angin	39
Gambar 2.36 Kolaborasi <i>Secondary skin</i> berupa vegetasi dengan <i>shading</i> untuk mengarahkan dan menyaring angin dan penerapan ruang transisi pada menara Mesiniaga berupa <i>wind-breaker</i> sebagai pemecah angin	39
Gambar 2.37 Vertikal lansekap pada <i>sky-court</i> sebagai penyaring angin.....	40
Gambar 2.38 Fasad dengan ventilasi berongga pada bangunan parlemen di Westminster, London	40
Gambar 2.39 Double skin fasad pada bangunan pusat promosi bisnis dan Teknologi di Duisburg (kiri) dan kantor Leslie dan Godwin/Briarcliff House di Farnborough, Inggris (kanan)	41
Gambar 2.40 Bentuk dan orientasi bangunan terhadap arah angin pada bangunan kantor Hessische landesbank di Frankfurt	42
Gambar 2.41 Ruang transisi mempengaruhi bentuk bangunan pada gedung Düsseldorf Stadttor.....	43
Gambar 2.42 Bentuk telur dan kaki tripod untuk merespon aliran angin di selubung dan atrium pada bangunan proyek penelitian bangunan hijau	43
Gambar 2.43 Sistem pengelolaan angin pada bangunan proyek penelitian bangunan hijau	44
Gambar 2.44 <i>Roof garden</i> dan <i>sky-court</i> membuat habitat baru pada bangunan..	44
Gambar 2.45 Perletakan ruang transisi pada bangunan.....	45
Gambar 2.46 Sistem ventilasi baru untuk bangunan hunian di Aleppo	46
Gambar 2.47 Ruang transisi berupa koridor yang menghubungkan keseluruhan bangunan dengan <i>courtyards</i> dan atrium untuk mengarahkan angin	46
Gambar 2.48 Atrium sebagai tempat pertemuan pengguna yang menjadi ruang indoor tapi dengan suasana outdoor untuk memanipulasi fungsi ruang sebagai pengelolaan angin dan kegiatan penggunaannya.....	47
Gambar 2.49 Regent college library	50
Gambar 2.50 Ruang transisi berupa taman di atas perpustakaan pada Regent college library.....	51
Gambar 2.51 Pencahayaan dan penghawaan ruang baca dari <i>windtower</i>	51
Gambar 2.52 National Library of Singapore	52

Gambar 2.53 Ruang transisi berupa atrium sebagai ruang interaksi pada National Library of Singapore	52
Gambar 2.54 <i>Skycourt</i> pada National Library of Singapore	53
Gambar 2.55 Menara Boustead.....	54
Gambar 2.56 Balkon pada Menara Boustead.....	54
Gambar 2.57 Diagram penghawaan pada Menara Boustead	55
Gambar 2.58 Plaza Atrium.....	55
Gambar 2.59 Penerapan ruang transisi berupa balkon yang berfungsi sebagai <i>windscoop</i> pada Plaza Atrium.....	56
Gambar 2.60 Diagram aliran angin pada Menara Boustead	56
Gambar 2.61 Bangunan Strata tower	57
Gambar 2.62 Elemen hemat energi pada bangunan Strata	57
Gambar 2.63 Diagram hemat energi pada bangunan Strata	58
Gambar 2.64 Council House 2	59
Gambar 2.65 Penghawaan alami pada Council House 2	59
Gambar 2.66 Pemanfaatan aliran angin dan cahaya matahari Council House 2 ..	60
Gambar 2.67 Sistem aliran angin pada Council House 2.....	60
Gambar 2.68 Manitoba Hydro	61
Gambar 2.69 Penghawaan melalui cerobong disalurkan pada plafon di lantai	62
Gambar 2.70 Sistem penghawaan pada Manitoba Hydro.....	62
Gambar 2.71 Tokyo-Nara Tower	63
Gambar 2.72 Penerapan <i>secondary skin</i> berupa vegetasi vertikal pada Tokyo-Nara Tower	64
Gambar 2.73 Elaborasi balkon dengan vegetasi pada Tokyo-Nara Tower.....	65
Gambar 2.74 Skema pengaruh perletakan <i>secondary skin</i> dengan arah mata angin pada Tokyo-Nara Tower.....	65
Gambar 3.1 Lokasi perancangan dan bangunan sekitar.....	74
Gambar 3.2 Fasad bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang.....	75
Gambar 3.3 Bentuk dan orientasi bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang ...	76
Gambar 3.4 Ruang dalam bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang	76
Gambar 3.5 Kerangka kerja <i>force-based methods</i>	77
Gambar 3.6 Bagan proses perancangan dan metode perancangan	85
Gambar 4.1 Tahapan proses analisis dan hasil yang didapatkan	87
Gambar 4.2 Tahapan pembahasan indentifikasi <i>force</i>	89
Gambar 4.3 Lokasi tapak terletak pada jalur trans sulawesi (Jl. Soekarno-hatta)	90
Gambar 4.4 Lokasi sekitar perancangan dengan pengambilan gambar menggunakan kamera <i>Drone</i>	91
Gambar 4.5 Kondisi eksisting lahan perancangan	92
Gambar 4.6 Ukuran lahan perancangan perpustakaan dan batasanya	94
Gambar 4.7 Ukuran lahan perancangan perpustakaan dan batasanya	95
Gambar 4.8 Analisa jalur sirkulasi.....	97
Gambar 4.9 Analisa jalur sirkulasi sisi barat	98
Gambar 4.10 Analisa jalur sirkulasi sisi timur.....	98
Gambar 4.11 Potensi <i>view</i> kedalam lahan berdasarkan pengamatan pengendara	99
Gambar 4.12 Analisa potensi <i>view</i> pada lokasi perancangan	100
Gambar 4.13 Posisi, besar dan tinggi vegetasi pada lokasi perancangan	102

Gambar 4.14 Pembayangan vegetasi dan pengaruh angin terhadap vegetasi existing	103
Gambar 4.15 Pergerakan angin musim kemarau dan musim hujan wilayah Indonesia	105
Gambar 4.16 Observasi arah angin dengan alat ukur anemometer pada lokasi site	106
Gambar 4.17 Windrose lahan perancangan dan statistik pergerakan angin stasiun BMKG bandara mutiara Palu	106
Gambar 4.18 Simulasi aliran angin pada lokasi perancangan dengan <i>software</i> Autodesk flow design	107
Gambar 4.19 Potensi arah angin dari sisi Utara, Barat laut, Selatan, Tenggara dan Timur pada bangunan perancangan.....	108
Gambar 4.20 Analisa aliran angin (Utara dan Selatan) pada berbagai bentukan massa	108
Gambar 4.21 Bentuk massa bangunan yang merespon force (<i>asset/constraint</i>) aliran angin	110
Gambar 4.22 Rata-rata suhu dan curah hujan kota Palu, suhu tertinggi 31 °	110
Gambar 4.23 Simulasi arah sinar matahari pada saat matahari berada di arah timur pukul 07.55 WITA (24 Mei – 22 November) menggunakan Autodesk Revit	111
Gambar 4.24 Sisi yang perlu mengelola panas matahari dengan konsep ruang transisi untuk menurunkan temperatur dan pencahayaan alami.....	112
Gambar 4.25 Bentuk U pada bangunan menciptakan <i>courtyard</i> untuk memasukan cahaya matahari dan mengurangi panas berlebih serta massa penghalang sinar matahari dari Timur	113
Gambar 4.26 Perletakan <i>balcony</i> dan <i>courtyard</i> sebagai ruang interaksi	114
Gambar 4.27 Proses desain berdasarkan <i>airflow</i> dan terbentuknya <i>balcony</i> dan <i>courtyard</i>	115
Gambar 4.28 Konfigurasi layout skycourt pada bangunan	115
Gambar 4.29 Diagram faktor-faktor yang mempengaruhi dalam bangunan dan sedikit elemen pasif untuk menghindari panas	116
Gambar 4.30 Penerapan beberap model ventilasi dan ruang kontrol thermal pada Leicester University Library	117
Gambar 4.31 Pengelompokan zonasi pada kebutuhan ruang	119
Gambar 4.32 Organisasi ruang dan sirkulasi pada perancangan perpustakaan hemat energi	122
Gambar 4.33 Diagram vertikal zonasi kebutuhan ruang perancangan perpustakaan hemat energi	122
Gambar 4.34 Diagram rencana pembagian area pada perancangan perpustakaan hemat energi	126
Gambar 4.35 Analisa kedekatan ruang perpustakaan hemat energi	127
Gambar 4.36 Perletakan massa bangunan dengan konsep ruang transisi untuk menghindari konflik sirkulasi jalan masuk dan keluar serta jalur pejalan kaki, ruang bentukan bangunan berupa barrier angin (ruang transisi) untuk mengatasi <i>force</i> angin dan matahari	128
Gambar 4.37 Pencahayaan alami pada model balkon dan efek yang diberikan..	129
Gambar 4.38 Aliran angin pada balkon yang dialirkan melalui ventilasi	129

Gambar 4.39 Penerapan konsep ruang transisi dengan fungsi ruang bangunan dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami	130
Gambar 4.40 Penerapan konsep ruang transisi pada fasad bangunan berupa <i>double skin</i> dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami	131
Gambar 4.41 Penerapan konsep ruang transisi pada bentuk bangunan dengan pertimbangan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami	132
Gambar 4.42 Penerapan konsep ruang transisi pada ruang dalam bangunan dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami	132
Gambar 5.1 Tahapan <i>propose form, refine</i> dan <i>assemble</i>	137
Gambar 5.2 Diagram langkah kerja <i>propose form, refine</i> dan <i>assemble</i>	142
Gambar 5.3 Rencana perletakan bangunan terhadap lahan/lokasi tapak	143
Gambar 5.4 Eksplorasi bentukan fasad balkon	146
Gambar 5.5 Eksplorasi skema fasad <i>double skin</i>	147
Gambar 5.6 Eksplorasi material fasad dan pengaturan pada ruang	148
Gambar 5.7 Diagram <i>domain to domain transfer</i>	151
Gambar 5.8 Eksplorasi bentukan massa 1 terhadap <i>force</i>	151
Gambar 5.9 Eksplorasi perletakan ruang transisi pada bentukan massa 1.....	152
Gambar 5.10 Eksplorasi bentukan massa 2 terhadap <i>force</i>	153
Gambar 5.11 Eksplorasi bentukan massa 3 terhadap <i>force</i>	155
Gambar 5.12 Evaluasi bentukan massa 1.....	160
Gambar 5.13 Evaluasi pengelolaan angin pada bentukan massa 1	160
Gambar 5.14 Evaluasi bentukan massa 2.....	161
Gambar 5.15 Evaluasi pengelolaan angin pada bentukan massa 2.....	162
Gambar 5.16 Evaluasi bentukan massa 3.....	162
Gambar 5.17 Evaluasi pengelolaan angin pada bentukan massa 3.....	163
Gambar 5.18 Rencana plan perancangan perpustakaan Universitas Tadulako...	167
Gambar 5.19 Bangunan perpustakaan terhadap kawasan Universitas Tadulako	168
Gambar 5.20 Eksplorasi denah/ <i>layout</i> 3 lebih disesuaikan dengan karakter eksplorasi bentuk 3	169
Gambar 5.21 Denah area publik, pengelola, servis dan fasilitas penunjang (lantai 1-2).....	170
Gambar 5.22 Denah lantai 3-4 (area ruang baca terbuka dan tertutup serta ruang balkon)	171
Gambar 5.23 Denah lantai 5-6 (area <i>skycourt, courtyard, rooftop</i> dan posisi void/atrium)	172
Gambar 5.24 Penataan perpustakaan akibat <i>force view</i> pada lantai 2 dan 5. <i>View</i> ruang pengelola dan ruang komunitas memaksimalkan <i>view</i> ke arah Timur (<i>courtyard</i>) dan Selatan-Barat (teluk).....	173
Gambar 5.25 Pengelolaan angin pada lantai 2 dan 5 konsep ruang transisi	174
Gambar 5.26 Penataan ruang baca tertutup dan terbuka juga dipengaruhi oleh <i>force culture</i>	175
Gambar 5.27 Perbaikan pada sisi bangunan dengan penambahan fungsi balkon	176
Gambar 5.28 Penerapan fasad pada bentuk bangunan.....	177
Gambar 5.29 Komposisi elemen balkon, <i>skycourt, courtyard</i> (ruang transisi) pada bentuk bangunan	179
Gambar 5.30 Perletakan rencana bentuk elemen balkon (ruang transisi).....	179
Gambar 5.31 Desain rencana bentuk elemen balkon (ruang transisi).....	180

Gambar 5.32	Proses perbaikan elemen dan kombinasi eksplorasi fasad balkon .	181
Gambar 5.33	Fasad balkon mengakomodasi angin keluar, pencahayaan alami dan view ke luar bangunan	182
Gambar 5.34	Perletakan rencana bentuk <i>fasade double skin</i>	183
Gambar 5.35	Desain rencana bentuk <i>fasade double skin</i>	183
Gambar 5.36	Proses perbaikan bentuk elemen dan kombinasi eksplorasi <i>fasade double skin</i>	184
Gambar 5.37	Sistem kerja <i>shading</i> dan kipas pada <i>fasade double skin</i>	184
Gambar 5.38	<i>fasade double skin</i> mengakomodasi angin masuk, pencahayaan alami dan view ke luar bangunan	185
Gambar 5.39	Detail komponen <i>double skin</i> dan aplikasi pada fasad bangunan..	185
Gambar 5.40	Proses dan skema pengelolaan angin pada elemen ruang transisi berupa <i>fasad double skin</i> dan ruang balkon serta aplikasi ruang interaksi berupa atrium dan <i>courtyard</i>	186
Gambar 5.41	Skema persepektif aliran angin pada bangunan perpustakaan	187
Gambar 5.42	Skema interior aliran angin menggunakan <i>double skin</i> , balkon, <i>skycourt</i> dan <i>courtyard</i> untuk mengalirkan udara panas dengan sistem <i>cross ventilation</i>	188
Gambar 5.43	Skema interior aliran angin pada modul ruang transisi	189
Gambar 5.44	Penyatuan elemen dan part arsitektur (bentuk & orientasi, penataan ruang dalam dan fasad bangunan dengan komposisi ruang transisi	190
Gambar 5.45	Penyatuan <i>element</i> dan <i>parts</i> bangunan yang meliputi perbaikan dari siteplan, <i>courtyard</i> , <i>skycourt</i> , balkon dan <i>barrier</i> angin	190
Gambar 5.46	Pengendalian aliran angin dengan <i>barrier</i> angin dan <i>skycourt</i>	192
Gambar 5.47	Pengendalian aliran angin dengan fasad <i>double skin</i> dan balkon..	192
Gambar 5.48	Pengendalian aliran angin pada <i>classroom cluster</i> untuk memecah angin dan mengurangi kecepatan angin	193
Gambar 5.49	Pengendalian aliran angin pada fasad balkon dan <i>fasade double skin</i> untuk memasukan dan mengeluarkan aliran angin	193
Gambar 5.50	Bentuk dan orientasi bangunan merespon arah datangnya angin..	194
Gambar 5.51	Fasad <i>double skin</i> dan balkon bangunan merespon arah datangnya angin	195
Gambar 5.52	View keluar bangunan menjadi pertimbangan dalam perancangan perpustakaan.....	195
Gambar 5.53	Fasad <i>double skin</i> dan balkon bangunan merespon view keluar bangunan	196
Gambar 5.54	Pengaruh fungsi setiap lantai akibat aliran angin yang dipengaruhi vegetasi dan bangunan sekitar	197
Gambar 5.55	<i>Courtyard</i> dan <i>skycourt</i> sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di luar bangunan	198
Gambar 5.56	<i>Communication core</i> sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di dalam bangunan.....	198
Gambar 5.57	Atrium sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di dalam bangunan.....	199
Gambar 5.58	Perpustakaan menerapkan <i>double skin fasad</i> dan kolaborasi bata berlubang	201

Gambar 5.59 Perpustakaan menerapkan balkon yang mengarah ke area ruang dalam berupa <i>courtyard</i>	201
Gambar 5.60 Perspektif perpustakaan hemat energi berkaitan dengan konsep bentuk terhadap <i>force</i>	202
Gambar 5.61 Siteplan	203
Gambar 5.62 Denah lantai 1	204
Gambar 5.63 Denah lantai 2	204
Gambar 5.64 Denah lantai 3	204
Gambar 5.65 Denah lantai 4	204
Gambar 5.66 Denah lantai 5	204
Gambar 5.67 Denah lantai 6	204
Gambar 5.68 Denah lantai 7	204
Gambar 5.69 Denah lantai 8	204
Gambar 5.70 Tampak sebelah Barat	211
Gambar 5.71 Tampak sebelah Timur	211
Gambar 5.72 Tampak sebelah Selatan	211
Gambar 5.73 Tampak sebelah Utara	212
Gambar 5.74 Potongan A-A	212
Gambar 5.75 Potongan B-B	212
Gambar 5.76 Potongan C-C	213
Gambar 5.77 Potongan D-D	213
Gambar 5.78 Potongan E-E	213
Gambar 5.79 Perspektif mata burung	214
Gambar 5.80 Perspektif arah Barat	214
Gambar 5.81 Perspektif arah Timur	215
Gambar 5.82 Perspektif arah Timur	215
Gambar 5.83 Perspektif arah Selatan	216
Gambar 5.84 Perspektif eksterior fasad <i>double skin</i> dan balkon perpustakaan Universitas Tadulako	216
Gambar 5.85 Perspektif interior <i>communal space</i> atrium dan <i>cluster classroom</i>	217
Gambar 5.86 Perspektif sequential interior perpustakaan Universitas Tadulako	217
Gambar 5.87 Perspektif sequential interior perpustakaan Universitas Tadulako	218
Gambar 5.88 Rancangan <i>shading</i> perpustakaan hemat energi menerapkan kombinasi sistem <i>double skin fasade</i>	219
Gambar 5.89 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa pembagian zona massa yang berfungsi sebagai <i>barrier</i> angin	220
Gambar 5.90 Akses busway di sekitar bangunan Manitoba hydro	221
Gambar 5.91 Akses pejalan kaki menuju perpustakaan dari bangunan sekitar ..	222
Gambar 5.92 Penataan ruang pada Manitoba hydro, ruang aktivitas pengguna menghindari ruang pengelolaan angin berupa <i>wind mills</i> dan <i>wind tower</i> agar tidak berisik	222
Gambar 5.93 Pemanfaatan ruang pengelolaan angin sebagai ruang parkir pada bangunan Manitoba hydro	223
Gambar 5.94 Penerapan konsep ruang transisi pada modul ruang baca tertutup dan ruang baca terbuka sebagai pengelolaan aliran angin	224
Gambar 5.95 Penerapan fasad <i>double skin</i> untuk merespon iklim pada bangunan Manitoba Hydro	225

Gambar 5.96 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa <i>fasad double skin</i>	226
Gambar 5.97 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa fasad balkon.....	227

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rata-rata kecepatan angin bulanan kota Palu	2
Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan Sistem layanan terbuka (<i>open access</i>).....	13
Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan Layanan tertutup (<i>close access</i>)	14
Tabel 2.3 Kelebihan dan kekurangan Layanan campuran (<i>mixed access</i>).....	14
Tabel 2.4 Strategi hemat energi pada bangunan tinggi	22
Tabel 2.5 Sintesa kajian pustaka	49
Tabel 2.6 Tinjauan hemat energi pada Regent college library.....	51
Tabel 2.7 Tinjauan hemat energi pada National library of Singapore	53
Tabel 2.8 Tinjauan hemat energi pada Menara boustead.....	55
Tabel 2.9 Tinjauan hemat energi pada Menara Boustead	57
Tabel 2.10 Tinjauan hemat energi pada Strata.....	58
Tabel 2.11 Tinjauan hemat energi pada Council House 2	61
Tabel 2.12 Tinjauan hemat energi pada Manitoba Hydro.....	63
Tabel 2.13 Tinjauan hemat energi pada Tokyo-Nara Tower	65
Tabel 2.14 Sintesa studi kasus arsitektur	66
Tabel 4.1 Hasil analisa sirkulasi.....	99
Tabel 4.2 Hasil analisa <i>view</i>	101
Tabel 4.3 Hasil analisa view	104
Tabel 4.4 Data statistik terkait pergerakan angin kota Palu.....	105
Tabel 4.5 Hasil analisa angin	109
Tabel 4.6 Rata-rata temperatur suhu dan besaran radiasi matahari di kota Palu	111
Tabel 4.7 Hasil analisa pencahayaan matahari dan temperatur	112
Tabel 4.8 Hasil analisa ruang interaksi	116
Tabel 4.9 Hasil analisa ruang perpustakaan	118
Tabel 4.10 Rencana luas area kebutuhan ruang perancangan perpustakaan.....	123
Tabel 4.11 Rencana kapasitas pengguna.....	125
Tabel 4.12 Rencana kapasitas pengguna.....	133
Tabel 5.1 Kriteria rancang yang perlu diperhatikan.....	139
Tabel 5.2 Eksplorasi <i>site planning</i>	143
Tabel 5.3 Eksplorasi Denah/ <i>Layout Plan</i>	144
Tabel 5.4 Evaluasi dan rencana penerapan fasad <i>balcony</i>	147
Tabel 5.5 Evaluasi dan rencana penerapan fasad <i>double skin</i>	148
Tabel 5.6 Evaluasi dan rencana penerapan material fasad.....	149
Tabel 5.7 Evaluasi dan rencana penerapan material fasad.....	158
Tabel 5.8 Evaluasi eksplorasi bentukan massa 1	160
Tabel 5.9 Evaluasi eksplorasi bentukan massa 2	162
Tabel 5.10 Evaluasi eksplorasi bentukan massa 3	163
Tabel 5.11 Perbandingan usulan bentuk bangunan & perbandingan evaluasi.....	165
Tabel 5.12 Evaluasi Hasil Rancangan terhadap Kriteria Rancang	199

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan industri kota Palu telah dijadikan kawasan ekonomi khusus (KEK) sebagai bentuk gerbang baru industri Indonesia bagian timur, namun pada realitanya, laju perkembangan industri tidak sesuai dengan jumlah energi yang diperlukan untuk kota ini, data menyebutkan, dibutuhkan sekitar 120mw untuk menyalakan seluruh area kota, sementara dari seluruh pembangkit listrik yang ada saat ini, kemampuan tertinggi untuk pemasokan energi hanya 45mw. Selisih ini kemudian berdampak pada terjadinya beberapa kali pemadaman listrik. (Kepala Bagian Pembangkit dan Jaringan PLN Area Palu, 2017). Tingginya konsumsi energi tersebut diakibatkan oleh subsidi, sehingga harga energi menjadi murah dan masyarakat cenderung boros dalam menggunakan energi. Di sisi lain, Indonesia menghadapi penurunan cadangan energi fosil dan belum dapat diimbangi dengan penemuan cadangan baru. (Dewan Energi Nasional Republik Inonesia, 2014)

Dalam Architects' Journalo yang mempelajari tentang penggunaan energi pada bangunan, mengatakan pada jenis bangunan pendidikan khususnya perpustakaan, konsumsi energi yang paling besar digunakan untuk persyaratan untuk kondisi lingkungan (pemanasan, penerangan, ventilasi dll.), pemeliharaan (*maintenance*), dan pekerjaan staf perpustakaan (sistem operasional), sehingga perlu dalam perencanaanya bangunan perpustakaan untuk menggunakan desain bangunan yang hemat energi. (Thompson, 1989)

Bangunan perpustakaan yang baik dituntut dengan kenyamanan penggunaanya baik secara operasional sebagai perpustakaan dan kenyamanan termal bagi pembacanya, Universitas Tadulako yang merupakan universitas terbesar di Sulawesi Tengah dengan jumlah mahasiswa mecapai 51.689 mahasiswa, (Siakad untad 2017-2018) dan untuk memenuhi kenyamanan penggunaanya tersebut memerlukan energi listrik yang besar, sementara perpustakaan di kota Palu belum ada bangunan yang mengadaptasi desain bangunan yang hemat energi. Melihat

kondisi pada Universitas Tadulako, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak mahasiswa maka semakin besar juga kebutuhan energinya, oleh karenanya objek perancangan berupa bangunan perpustakaan pada Universitas Tadulako dengan isu bangunan hemat energi agar konsumsi energi pada bangunan perpustakaan lebih efisien.

Perkembangan gedung (perpustakaan) saat ini tidak lagi berfokus pada perencanaan pembangunan saja atau sebagai tempat bernaung (*shelter*) saja, lebih dari itu para arsitek dan juga pihak-pihak terkait perencanaan gedung telah mulai banyak yang memikirkan dampak untuk kedepannya (Siregar, 2006). Salah satu cara yang dapat mencegah kerusakan lingkungan dengan melakukan penerapan sikap-sikap *green building* yang dapat diterapkan pada seluruh ruang gedung (perpustakaan) untuk efisiensi energi.

Menurut (Brown, 1990), dengan menggunakan kepada elemen pasif pada bangunan untuk mengantisipasi pemanasan akan memberikan dampak penyejukan dan penerangan alami, elemen pasif lebih erat berkaitan terhadap bentuk bangunan dari pada elemen aktif. Dengan pertalian-pertalian di antara bentuk arsitektural dengan energi seyogyanya mempengaruhi penggunaan energi, oleh karenanya hubungan tersebut perlu diketahui dan dipertimbangkan dalam proses perancangan.

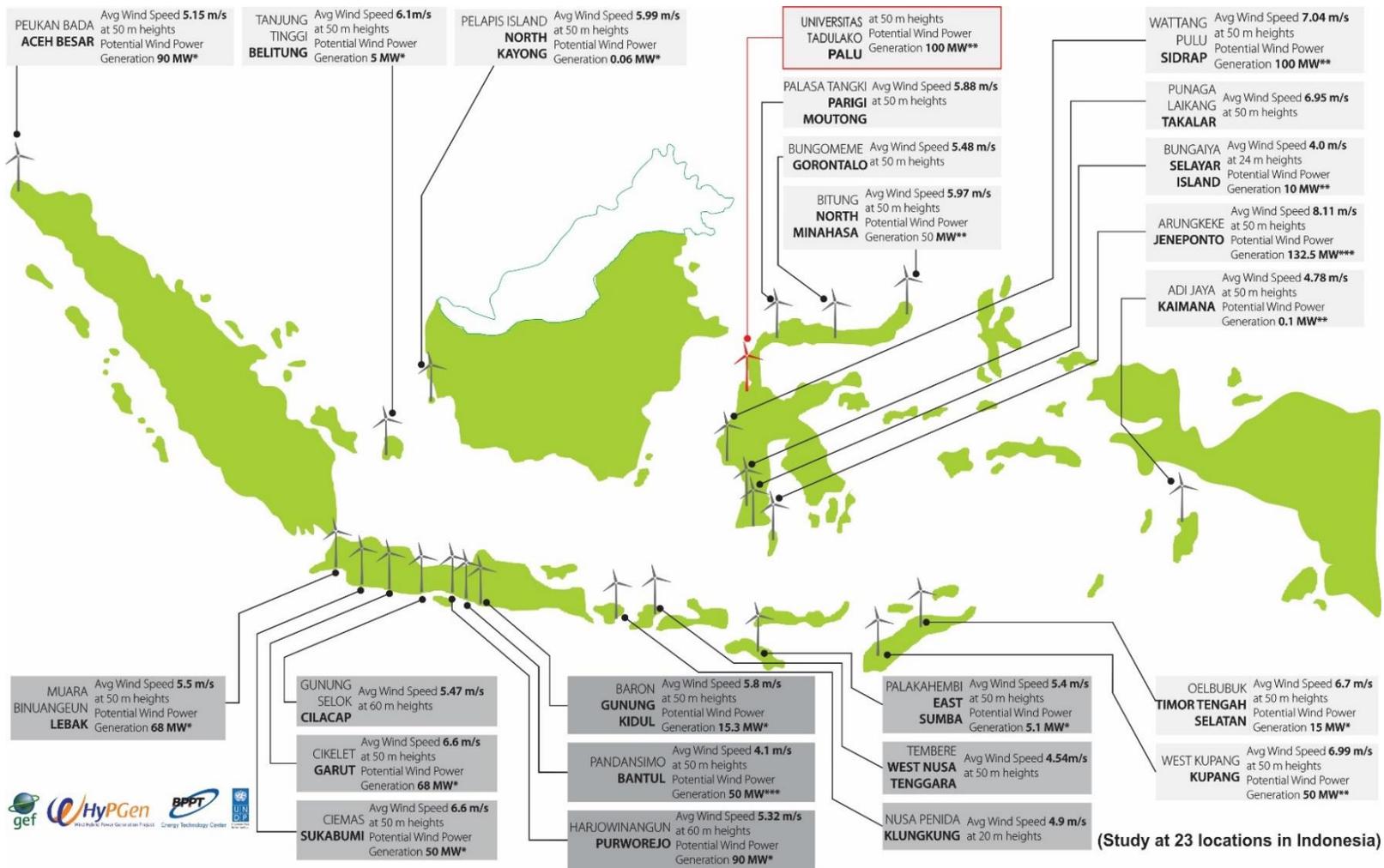
Melihat dari sudut pandang klimatologi, iklim setiap lokasi bangunan akan berpengaruh terhadap naungan yang digunakan untuk mempertimbangkan radiasi matahari, angin, polusi udara, dan kebisingan. Jika pengaruh eksternal ini telah diperhitungkan saat konsep bangunan yang sedang disusun, maka kemungkinan masalah seperti biaya sistem teknis dan energi berkurang dan kenyamanan pengguna bangunan meningkat.

Tabel 1.1 Rata-rata kecepatan angin bulanan kota Palu

TAHUN	BULAN																							
	JAN		FEB		MAR		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV		DES	
	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd	ff	ddd
2015	4	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	3	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	6	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	5	b.laut
2016	5	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	4	utara
2017	4,1	utara	5	utara	5	utara	5	b.laut	5	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	4	b.laut	5	b.laut	5	b.laut	4	b.laut

keterangan :
ff : kecepatan angin dalam satuan knot
ddd : arah angin

Sumber : Bada meteorologi, klimatologi dan geofisika, 2017



Gambar 1.1 Peta daerah berpotensi angin di Indonesia (whyppgen-bppt.com, 2017)

Kecepatan angin dikota Palu direkomendasikan sebagai sumber energi terbarukan, terlihat angin bertiup cukup konstan setiap tahunnya dikarenakan lokasi kota Palu yang berada di dekat garis khatulistiwa sehingga pergantian musim tidak terlalu berdampak bagi kondisi cuaca lokal (Tabel 1.1). Maka seharusnya desain bangunan perpustakaan dapat mengelola potensi angin tersebut. Menurut data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), kota Palu termasuk daerah dengan potensi angin yang baik untuk dijadikan energi terbarukan (Gambar 1.1), “Dengan menggunakan diameter kincir angin sebesar 5 meter, maka energi listrik yang bisa dihasilkan bernilai sekitar 76.5 – 2.297 Watt”, (Alimuddin, 2005).

Melihat potensi angin tersebut, perancangan bangunan perpustakaan akan memanfaatkan angin sebagai dasar untuk mencapai efisiensi energi, salah satu dasar teori perancangan yang berbasis pada kondisi angin dan pemanfaatannya adalah teori aerodinamik arsitektur. Aerodinamik arsitektur pada dasarnya adalah hubungan antara angin dan bangunan, hubungan tersebut dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu struktural dan lingkungan. Pertimbangan struktural adalah pemuatan angin dan gerakan bangunan akibat angin. Pertimbangan lingkungan adalah ventilasi alami, fasilitas angin pada pejalan kaki pada ruang-ruang sekitar bangunan, kebisingan yang ditimbulkan angin dan efek angin pada fasilitas bangunan seperti cerobong asap, penggunaan *air conditioner* dan *exhaust* (Aynsley,1977).

Objek perancangan yang dipilih adalah bangunan perpustakaan pada Universitas Tadulako dengan desain hemat energi yang memanfaatkan potensi angin, dengan fokus desain pada elemen pasif untuk mengelola angin dan matahari sebagai sumber panas dan cahaya maka bangunan perpustakaan akan lebih efisien dibandingkan dengan bangunan perpustakaan yang sudah ada dikota Palu. Dengan mempertimbangkan pendekatan klimatologi, bangunan perpustakaan akan menggunakan strategi dari teori aerodinamik arsitektur. Melihat dari sisi kebaruan, konsep yang diusung pada bangunan perpustakaan adalah konsep ruang transisi, konsep ini akan menyelesaikan konflik kenyamanan pengguna bangunan antara fungsi perpustakaan yang membutuhkan ketenangan dengan bangunan hemat energi yang memanfaatkan potensi angin yang memungkinkan terjadinya suara hembusan angin atau suara dari luar bangunan akibat bukaan ventilasi. Konsekuensi

yang paling terlihat ketika ruang pada bangunan akan bersentuhan langsung dengan aliran angin akan bermasalah pada apa yang dinaungi ruangan tersebut seperti buku yang disimpan perpustakaan, angin dari penghawaan alami dapat merusak kondisi buku akibat suhu dan kelembapan ruangan yang tidak dapat di kontrol, konsep ruang transisi adalah inovasi yang dapat digunakan untuk solusi permasalahan tersebut. Terkait proyek Menara Boustead, Yeang (1994) mengatakan, “Bentuk bangunan sangat dipengaruhi oleh *skycourt*, *roof sun-shaded*, dan *core* yang dipisahkan untuk melindungi bagian dalam menara dari angin dan sebagai ventilasi alami, seperti halnya proyek *wind-driven* pada China tower, dimana semua menggunakan ruang transisi, yaitu lubang pada fasad untuk ventilasi alami dan sirkulasi angin dalam bangunan”. Perpustakaan sebagai bangunan fasilitas pendidikan, tidak akan terganggu dengan angin yang keluar masuk pada bangunan karena dengan penerapan ruang transisi dapat memberikan pembagian yang efisien sesuai dengan fungsi bangunannya.

Petra Hauke dan Klaus Ulrich Werner tahun 2012 mengungkapkan pada “*the second hand library building: Sustainable thinking through recycling old building into new libraries*” hanya sedikit perpustakaan dengan bangunan lama yang dapat bertransformasi menjadi perpustakaan dengan konsep *green building* untuk mencapai bangunan hemat energi. Beberapa objek rancangan sejenis yang sudah menerapkan prinsip bangunan hemat energi dengan memanfaatkan potensi angin, contoh kasusnya antara lain pada Regent college library di Vancouver, Singapore National library di Singapore, Menara Bousted di Kuala Lumpur, dan Council house 2 di Melbourne.

Regent college library, perpustakaan ini menjadikan angin sebagai elemen struktural untuk acuan mendirikan bangunannya, yaitu dengan tower penangkap angin yang bekerja dengan cara memasukan angin kedalam bangunan sebagai pendingin ruang melalui tower angin, sehingga wujud utama penghematan energi dari perpustakaan ini terletak pada tower angin.

Singapore National library yang terletak di Singapore, pada penerapannya potensi angin dimanfaatkan sebagai pendinginan alami yang dimasukan melalui ventilasi, bentukan bangunan dirancang agar mampu mengelola angin, sehingga

besar kecilnya angin yang diterima bangunan dapat di kontrol melalui rekayasa ruang transisi berupa atrium di tengah massa bangunan yang terpisah.

Menara bousted yang terletak di Kuala Lumpur menerapkan desain bukaan balkon-balkon untuk memasukan angin kedalam bangunan sebagai penghawaan alami, dan menggunakan tanaman pada balkon tersebut untuk mengontrol banyaknya angin dan cahaya yang masuk, bentuk bangunan yang melengkung diterapkan untuk memecah arah angin.

Council House 2 yang terletak di Melbourne, menerapkan strategi hemat energi dengan menggunakan penghawaan alami yang memasukan angin melalui cerobong atau menara angin dan disalurkan ke *chilled ceiling* , dan di transfer ke ruang-ruang dalam bangunan, pada pengolahan angin yang masuk diatur dengan penggunaan material yang dapat mempengaruhi kualitas udara yang masuk sehingga pengguna dapat merasakan udara yang sehat ketika berada dalam bangunan.

Bangunan perpustakaan sangat memperhatikan kenyamanan penggunanya dan juga keamanan koleksi bukunya, hal ini dapat diwujudkan dengan mempertimbangkan kenyamanan suhu ruangan atau kenyamanan pencahayaan dengan menerapkan strategi penghawaan alami melalui ventilasi alami, penataan ruang baca terbuka dan tertutup (*classroom cluster & community cores*). pemanfaatan balkon pada fasad bangunan dan konfigurasi bentuk bangunan sehingga sangat berperan dalam mengontrol suhu dalam bangunan, dengan memanfaatkan ruang tertentu sebagai ruang kontrol angin (ruang transisi) yang masuk pada bangunan dan tidak merugikan kegiatan serta fungsi bangunan. Konsep ruang transisi sangat efektif diterapkan pada fungsi bangunan perpustakaan. Aspek kebaruan pada konsep ini terletak pada pertimbangan konsep ruang transisi dengan kondisi klimatologi kota Palu, dimana orientasi dan bentuk bangunan harus tepat agar sesuai dengan arah aliran angin dan paparan radiasi matahari. Bentuk luar dan pengaturan ruang dalam bangunan dapat mengelola aliran angin agar merata pada ruang dalam untuk kenyamanan suhu bangunan dan tidak ada area bangunan yang terkena kecepatan angin berlebihan. Pertimbangan ini dilakukan untuk mencapai bangunan hemat energi dan tetap selaras dengan fungsi bangunan sebagai perpustakaan.

1.2 Permasalahan Perancangan

Isu bangunan hemat energi adalah desain yang memungkinkan obyek rancang untuk terus menyesuaikan dengan kondisi lingkungan sehingga dapat mengurangi kebutuhan energi dalam bangunan, pembangunan dikota Palu khususnya perpustakaan sampai saat ini masih menggunakan model fasad yang menuntut estetika saja seperti penggunaan material kaca atau kanopi yang fungsinya hanya untuk *drop off* kendaraan, bentuk dan orientasi bangunan tidak merespon kondisi iklim serta pengelolaan ruang dalam yang tidak memanfaatkan penghawaan alami, pembangunan ini akan berdampak negatif terhadap konsumsi energi bangunan itu sendiri dan tentu saja menjadi tidak ramah lingkungan.

Aliran angin dapat dimanfaatkan untuk menurunkan suhu dalam bangunan sebagai penghawaan yang alami, namun aliran angin yang diterapkan pada bangunan perpustakaan tentu akan menimbulkan masalah pada tempat penyimpanan buku, buku sangat rentan terhadap terpaan angin langsung, karena suhu dan kelembapan dari aliran angin tidak dapat di kontrol kestabilannya. Pada kebutuhan suasana tenang bagi pembaca, angin cenderung lebih berisik karena suara dari angin itu sendiri dan adanya bukaan untuk memasukan angin yang mengakibatkan suara dari luar bangunan dapat terdengar. Oleh karenanya objek rancang berupa perpustakaan di universitas Tadulako berupaya untuk memecahkan permasalahan rancangan yaitu :

1. Apa saja faktor pengendalian aliran angin pada bangunan (fasad, bentuk dan orientasi serta ruang dalam bangunan) dan kriteria yang dibutuhkan dalam merancang perpustakaan hemat energi?
2. Sejauh mana pengaruh konsep ruang transisi dapat memodifikasi karakter aliran angin baik di dalam ruangan dan di sekitar bangunan?
3. Bagaimana desain skematik bangunan dengan konsep ruang transisi pada perpustakaan yang memanfaatkan penghawaan alami dan tetap terintegrasi dengan fungsi perpustakaan Universitas Tadulako?

1.3 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan ini adalah menghasilkan rancangan skematik bangunan hemat energi pada perpustakaan Universitas Tadulako dengan konsep ruang transisi

dan melihat sejauh mana konsep ruang transisi mengatasi kebutuhan penggunanya dengan pengelolaan angin dan sejauh mana akomodasi bangunan hemat energi dapat diterapkan.

Dengan mengetahui karakteristik angin pada lokasi perancangan dan kegiatan pengguna perpustakaan, maka eksplorasi perancangan ruang dan inovasi untuk perpustakaan Universitas Tadulako dapat dilakukan dengan :

1. Menetapkan kriteria rancang dan faktor pengendalian aliran angin pada bangunan (fasad, bentuk dan orientasi serta ruang dalam bangunan) yang dibutuhkan dalam merancang perpustakaan hemat energi.
2. Mengidentifikasi sejauh mana pengaruh konsep ruang transisi dapat memodifikasi karakter aliran angin baik di dalam ruangan dan di sekitar bangunan.
3. Menghasilkan desain skematik desain bangunan perpustakaan Universitas Tadulako yang memanfaatkan potensi angin dengan konsep ruang transisi.

1.4 Manfaat Perancangan

Secara teoritis tesis perancangan ini diharapkan mampu menjadi bahan perbandingan konsep ruang transisi pada perpustakaan Universitas Tadulako oleh penulis lain dan menjadi referensi baru untuk melihat lebih jauh penggunaan ruang transisi dengan pengelolaan angin untuk bangunan hemat energi.

Secara praktis tesis perancangan ini diharapkan menjadi rekomendasi untuk desain perpustakaan khususnya pada jenis perpustakaan perguruan tinggi dengan menitik beratkan pada pertimbangan kenyamanan termal pengguna dengan memanfaatkan penghawaan alami. Penataan ruang yang membedakan ruang dengan penghawaan alami dan penghawaan buatan serta sistem operasional perpustakaan yang memisahkan antara ruang penyimpanan buku dengan baca pengunjung. Dengan demikian tesis perancangan ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi bagi pemerintah dan lembaga Universitas Tadulako untuk mengembangkan bangunan dengan prinsip hemat energi. Perancangan ini dapat memberikan masukan mengenai penggunaan ruang-ruang transisi sebagai hubungan ruang luar dan ruang dalam bangunan yang sesuai dengan aktivitas perpustakaan.

1.5 Batasan Perancangan

Perancangan perpustakaan Universitas Tadulako dengan konsep ruang transisi terikat dengan lokasi tapak dan bangunan tertentu, yang keterkaitan dengan potensi angin diwilayah tersebut. Batasan-batasan perancangan ini adalah :

1. Objek rancang berupa perpustakaan universitas yang digunakan oleh mahasiswa dari berbagai jurusan dan tenaga pendidik.
2. Aspek yang dikaji dalam perancangan ini adalah integrasi konsep ruang transisi dengan pengelolaan angin pada fasad, bentuk dan orientasi serta ruang dalam bangunan.
3. Respon dari bangunan untuk memaksimalkan pengelolaan angin tidak di ujikan, melainkan dengan komparasi hasil rancangan dengan studi preseden dan hasil riset untuk mengetahui perbedaan dan inovasi pada rancangan.

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai objek rancang dan landasan teori yang digunakan. Pembahasan objek rancang berfokus pada pengertian ruang transisi dan perpustakaan Universitas Tadulako.

Pembahasan selanjutnya adalah mengenai kriteria rancang, dengan mengkaji pengertian objek rancang dan parameter rancang maka didapatkan beberapa kriteria rancang, dan kriteria rancang tersebut yang memandu perancang dalam melakukan proses perancangan.

2.1 Perpustakaan

Perpustakaan adalah institusi pengelola koleksi karya tulis, karya cetak, dan/atau karya rekam secara profesional dengan sistem yang baku guna memenuhi kebutuhan pendidikan, penelitian, pelestarian, informasi, dan rekreasi para pemustaka (UU NO 43. THN. 2007 Pasal 1). Perpustakaan adalah mencakup suatu ruangan, bagian dari gedung/bangunan atau gedung tersendiri yang berisi buku-buku koleksi, yang diatur dan disusun demikian rupa, sehingga mudah untuk dicari dan dipergunakan apabila sewaktu-waktu diperlukan oleh pembaca (Sutarno, 2006). Perpustakaan ialah sebuah ruangan, bagian sebuah gedung.ataupun gedung itu sendiri yang digunakan untuk menyimpan buku dan terbitan lainnya yang biasanya disimpan menurut tata susunan tertentu untuk digunakan pembaca, bukan untuk dijual (Sulistyo, 1991). Secara lebih konkrit perpustakaan dapat dirumuskan sebagai suatu unit kerja dari sebuah lembaga pendidikan yang berupa tempat penyimpanan koleksi buku-buku pustaka untuk menunjang proses pendidikan.

Menurut Menurut Sutarno NS (2006), jenis perpustakaan terbagi menjadi 11 jenis, dan pada tesis ini merupakan jenis perpustakaan perguruan tinggi, yaitu perpustakaan yang berada di perguruan tinggi, baik berbentuk universitas, akademi, sekolah tinggi, ataupun institut. Godfrey Thompson mengatakan pada bukunya "*planning and design of library building*", Perpustakaan perguruan tinggi sangat bervariasi dalam ukuran dan fungsinya, banyak yang terdiri dari satu bangunan. Kegiatan dalam perpustakaan mencakup menyediakan daftar bacaan dan buletin

untuk mengeksploitasi sumber daya perpustakaan, kaitannya dengan kurikulum dan untuk tujuan umum. Beberapa perguruan tinggi menggunakan literatur untuk mendorong mahasiswa berorientasi pada buku, oleh karenanya akan ada area penelusuran untuk buku-buku *paperback*, *display*, dan fitur-fitur lainnya seperti perpustakaan umum. Setiap fitur khusus yang dapat digunakan perguruan tinggi dalam program pendidikannya (bioskop, misalnya) akan berdampak pada kegiatan dan layanan perpustakaan. Semua perguruan tinggi akan memiliki program pengajaran aktif yang terkait langsung dengan penggunaan perpustakaan : program semacam itu membutuhkan ruang yang besar dan bersebelahan dengan perpustakaan.

2.1.1 Sistem Operasional Perpustakaan

Secara leksikal, menurut kamus besar bahasa Indonesia, pelayanan dapat diartikan perihal atau cara melayani dan dapat diartikan sebagai usaha melayani kebutuhan orang lain. Pelayanan perpustakaan merupakan aktivitas perpustakaan dalam memberikan jasa layanan kepada pengguna perpustakaan. Sistem pelayanan di perpustakaan, secara garis besar terdapat tiga jenis :

- a. Sistem layanan terbuka (*open access*)



Gambar 2.1 Skema sistem layanan terbuka (*open access*)

Dalam sistem layanan terbuka, perpustakaan memberikan kebebasan dan keleluasaan bagi pemustaka untuk memilih sendiri buku yang akan mereka butuhkan di tempat dan rak yang telah disediakan oleh perpustakaan kemudian buku yang akan dipinjam nanti diproseskan pinjam oleh pustakawan atau petugas perpustakaan, alokasinya diatur dengan

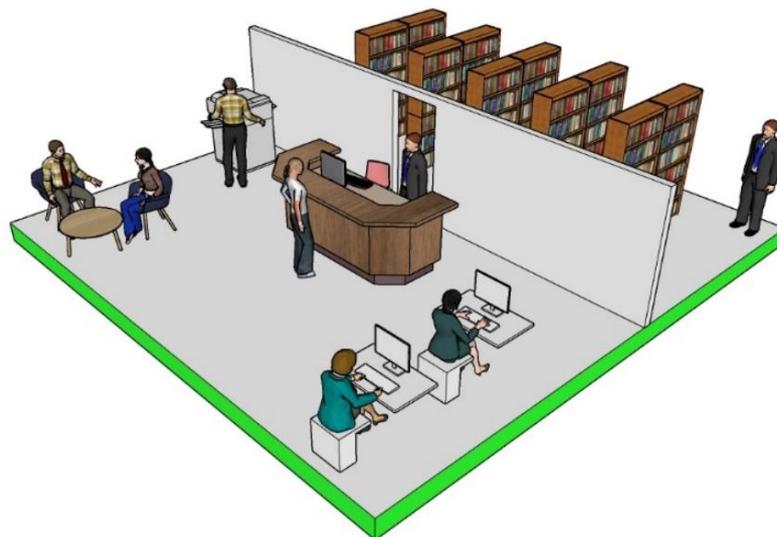
pembagian 70% untuk koleksi dan pengguna, 20% untuk staf, dan 10% untuk keperluan lain (Depdikbud, 1994).

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan Sistem layanan terbuka (*open access*)

kelebihan	kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Pemustaka bebas memilih langsung ke dalam rak - Menimbulkan rangsangan membaca kepada pemustaka - Pemustaka dapat mengganti koleksi yang isinya mirip jika bahan pustaka yang dicarinya tidak ketemu - Pemustaka dapat membandingkan isi koleksi dengan judul yang dicarinya - Pengguna tidak harus menggunakan catalog - Koleksi lebih didayagunakan - Menghemat tenaga petugas perpustakaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Pemustaka cenderung mengembalikan koleksi seenaknya sehingga susunan buku di rak menjadi kacau. - Kemungkinan kehilangan koleksi sangat besar - Tidak semua pemustaka paham dalam mencari koleksi di rak - Koleksi lebih cepat rusak - Perlu pembenahan terus menerus

b. Layanan tertutup (*close access*)

Jenis tertutup yaitu di mana pembaca tidak dapat mengambil buku sendiri melainkan harus melalui petugas dan buku dicari melalui katalog yang tersedia (Neufert, 1993). Apabila perpustakaan menganut sistem tertutup, maka alokasinya adalah 45% untuk koleksi, 25% untuk pengguna, 20% untuk staf, dan 10% untuk keperluan lain.



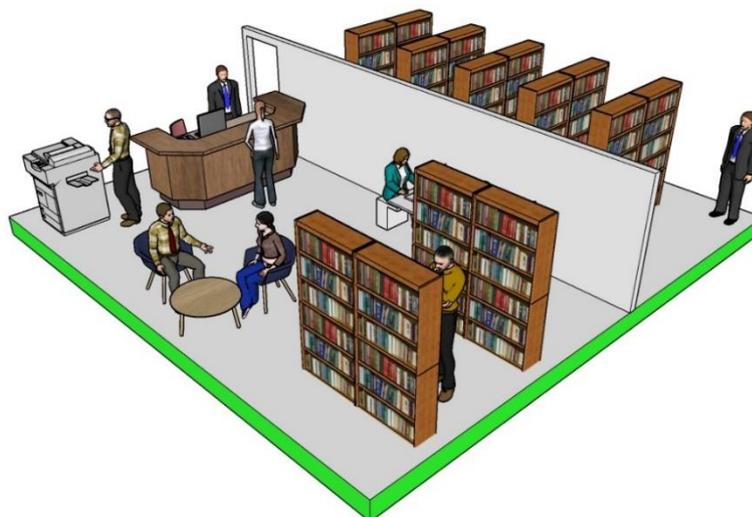
Gambar 2.2 Skema sistem layanan tertutup (*close access*)

Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan Layanan tertutup (*close access*)

kelebihan	kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Koleksi lebih terjaga kerapian susunannya di rak karena hanya petugas perpustakaan yang mengambil - Kemungkinan koleksi hilang sangat kecil - Koleksi tidak cepat rusak - Pengawasan dapat dilakukan lebih longgar - Proses temu kembali informasi lebih efektif 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengguna kurang puas dalam mencari koleksi bahan pustaka yang diinginkannya - Koleksi yang didapat kadang-kadang tidak sesuai dengan kebutuhan pemakai - Tidak semua pemakai paham menggunakan katalog - Tidak semua koleksi dapat didayagunakan - Petugas lebih sibuk

c. Layanan campuran (*mixed access*)

Layanan campuran merupakan gabungan layanan terbuka dan tertutup, biasanya digunakan oleh perpustakaan perguruan tinggi, untuk koleksi skripsi, referensi, dan tesis dilayani secara tertutup melalui katalog sementara untuk buku dapat di akses secara umum.



Gambar 2.3 Skema sistem layanan campuran (*mixed access*)

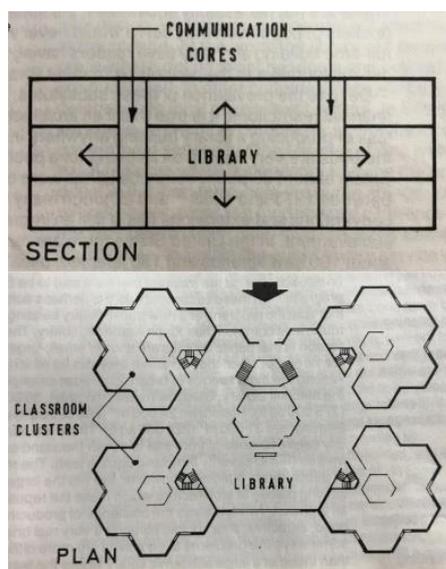
Tabel 2.3 Kelebihan dan kekurangan Layanan campuran (*mixed access*)

kelebihan	kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> - Pengguna dapat langsung menggunakan koleksi referensi dan umum sekaligus - Tidak memerlukan ruang baca khusus koleksi referensi 	<ul style="list-style-type: none"> - Petugas perpustakaan sulit mengontrol pengguna atau pemustaka yang menggunakan koleksi referensi dan koleksi umum/sirkulasi sekaligus. - Perlu pengawasan yang lebih ketat

2.1.1 Kriteria Perpustakaan Perguruan Tinggi

Perpustakaan harusnya memiliki ruang yang cukup dan permanen untuk menampung semua koleksi, fasilitas, staf dan kegiatan perpustakaan sebagai unit kerja. Perpustakaan berfungsi untuk menyediakan fasilitas ruang baca yang nyaman dan aman bagi pemustakanya. Biasanya penataan ruang baca diintegrasikan dengan rak koleksi dan sistem penelusuran informasi. Kriteria yang dimaksud berupa penanganan efisien untuk pembaca, mulai dari akses mudah ke buku, kondisi belajar yang tenang dan dorongan membaca secara pribadi.

Perpustakaan perguruan tinggi modern telah mengubah identitasnya yang tidak lagi menjadi tempat di mana buku-buku disimpan tetapi lebih melihat keterlibatan mahasiswa yang meningkat dalam kegiatannya, dan partisipasi mereka dalam operasionalnya, menjadikannya sebagai lokakarya untuk pendidikan mandiri yang kreatif dan lingkungan di mana mahasiswa dapat mengekspresikan diri mereka dengan menggunakan bakatnya (Thompson, 1989).



Gambar 2.4 Zona dan *planning* pada perustakaan American School di London (Thompson, 1989)

Dalam keadaan tertentu sama seperti perpustakaan sekolah, pengaturan harus direncanakan sehingga operasional perpustakaan dan pembaca publik dapat menggunakan fasilitas pada saat yang sama tanpa mengganggu satu sama lain. Pembagian tersebut juga dapat digunakan untuk menghemat ruang seperti pada perencanaan perpustakaan American School (Gambar 2.4).

Dalam pengaturan ruang baca agar nyaman dan aman maka diperlukan adanya ilmu tata ruang yang memiliki pengaruh dan peranan yang sangat besar dalam memperlancar layanan maupun pelaksanaan fungsi perpustakaan. Setiap unit perlengkapan dan fasilitas ruangan hendaknya ditata menurut cara dan sistem yang tepat, baik dari segi pemilihan, pemasangan, maupun pemeliharaan fasilitas ruangan di perpustakaan. Menurut Sulistiyo (1993), ada dua hal yang harus dipertimbangkan dalam menata ruang baca perpustakaan, yaitu:

1. Pertimbangan umum, meliputi sumber daya keuangan, letak/lokasi, luas ruang, jumlah staf, tujuan dan fungsi organisasi, pemakai, kebutuhan pemakai, perilaku pemakai, infrastruktur, dan fasilitas teknologi informasi yang diperlukan untuk melengkapi kenyamanan ruang baca perpustakaan.
2. Pertimbangan teknis, terkait dengan kegiatan untuk menentukan kondisi optimal bagi pemanfaatan ruang dan perlengkapan, pengawetan dokumen, kenyamanan pemakai, serta mempertimbangkan faktor cuaca (suhu), penerangan (cahaya), akustik (kebisingan), masalah khusus (koleksi mikro), dan keamanan (tahan api) saat di dalam ruang perpustakaan.

Di samping itu, perencanaan hubungan antar ruang harus bersifat interaktif, baik dari segi efisiensi dan alur kerja, mutu pelayanan, maupun pengawasan. Keberadaan fasilitas dan ruang baca sesuai dengan standar kenyamanan dan keamanan ruang perpustakaan. Penampilan harus mencerminkan adanya interaksi sosial dan fungsional, baik antara pemustaka dengan pemustaka, pemustaka dengan petugas, maupun petugas dan pimpinan perpustakaan.

2.1.2 Standar Perpustakaan Perguruan Tinggi

Association of College and Research Libraries (Amerika) dan Department Education and Science (Inggris) telah menghasilkan standar dan pedoman serta rekomendasi singkat tentang area perpustakaan perguruan tinggi, sebagai berikut.

Luas area yang dapat digunakan pada perpustakaan perguruan tinggi tidak hanya tergantung pada jumlah siswa tetapi juga pada tingkat program studi yang ditawarkan, oleh karena itu, lebih banyak ruang diperlukan untuk perguruan tinggi, sehingga ruang penunjang kegiatan pada perpustakaan perguruan tinggi mencapai 30 % dari luas keseluruhan bangunan.

Ruang penunjang seperti ruang *display*, ruang penyimpanan buku umum dan majalah, area meja dan katalog, kantor pustakawan, ruang kerja, ruang seminar dan ruang tutorial, studio untuk mata kuliah tertentu dan ruang fasilitas seperti fotokopi atau studio foto. Luasan ruangnya mempertimbangkan dalam skala 1-8 siswa per FTE.

Pertanyaan tentang berapa banyak kursi yang harus disediakan oleh perpustakaan untuk setiap 100 siswa di ruang baca akan dipersulit oleh bidang studi yang disediakan Universitas, dalam pedoman yang dikeluarkan Association of College and Research Libraries membuat rekomendasi berikut :

1. Satu tempat pembaca untuk setiap 4 per FTE
2. Satu tempat untuk mewakili per 15 di tempat lain
3. Menyediakan 2,5 m² (27 sq ft) per pembaca
4. Kantor kepala perpustakaan 20 m² (215 sq ft)
5. Kantor staf profesional lainnya masing-masing seluas 15 m² (160 sq ft)
6. Counter, katalog, area masuk dengan minimum luasan 30 m² (325 sq ft)
7. Ruang kerja minimum 30 m² (325 sq ft)
8. Ruang penyimpanan buku 9 m² (100 sq ft) per 1000 buku
9. Penyimpanan jurnal 17 m² (180 sq ft) per 1000
10. Jurnal *display* 9 m² (100 sq ft) per 100 judul
11. Ruang sirkulasi sebesar 20%

Department Education and Science (Inggris) mencantumkan kursi yang disediakan tidak kurang dari 10% dari total staf, ruang penelitian atau ruang kelas berisi loker dan meja untuk staf, setidaknya satu ruangan dengan besaran dari 42 m² - 56 m² (450 sq ft hingga 600 sq ft). FTE adalah rasio perbandingan antara jumlah total jam aktif mahasiswa dengan jumlah jam kerja dalam suatu periode.

2.1.3 Desain Perpustakaan

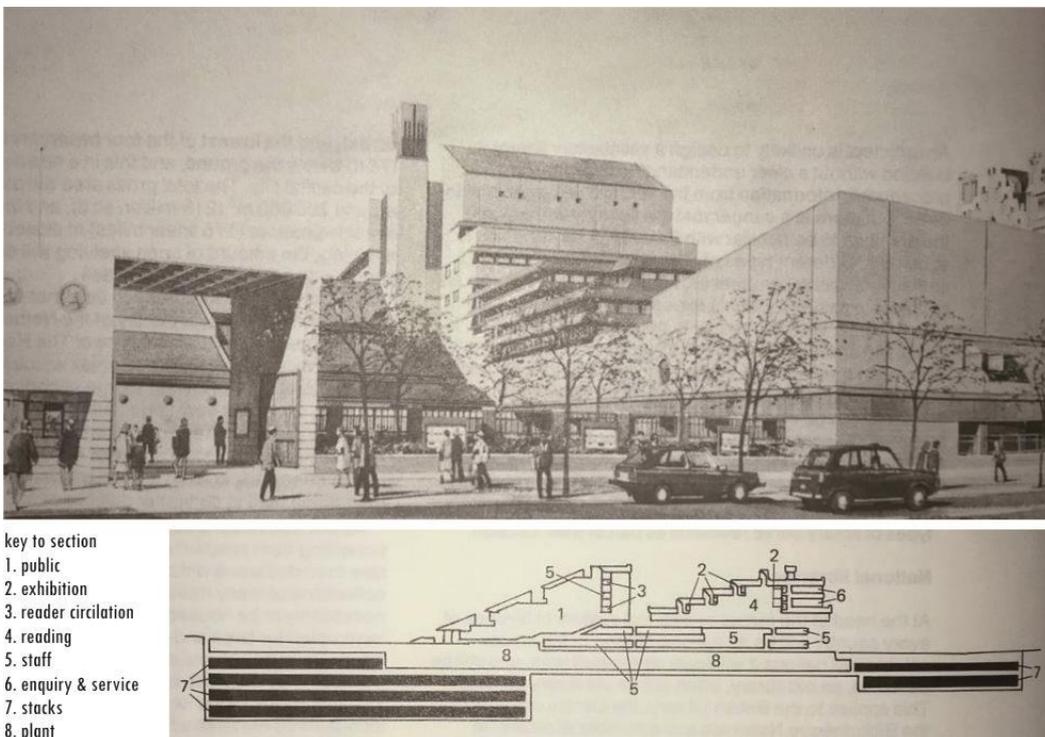
Desain gedung perpustakaan saat ini tidak hanya berkembang dari segi desain yang mengacu pada fungsinya saja, tetapi juga berkembang dari segi konseptual bangunan seperti perpustakaan hemat energi. Desain hemat energi ini dibentuk tidak hanya karena mengikuti tren yang sedang terjadi melainkan muncul

dari fenomena penggunaan energi yang terus menerus dikonsumsi menyebabkan mulai banyaknya efek yang timbul dari emisi gas rumah kaca.



Gambar 2.5 Perubahan setelah mengadaptasi perpustakaan hemat energi pada The David Wilson Library, Leicester (Fyfe, 2014)

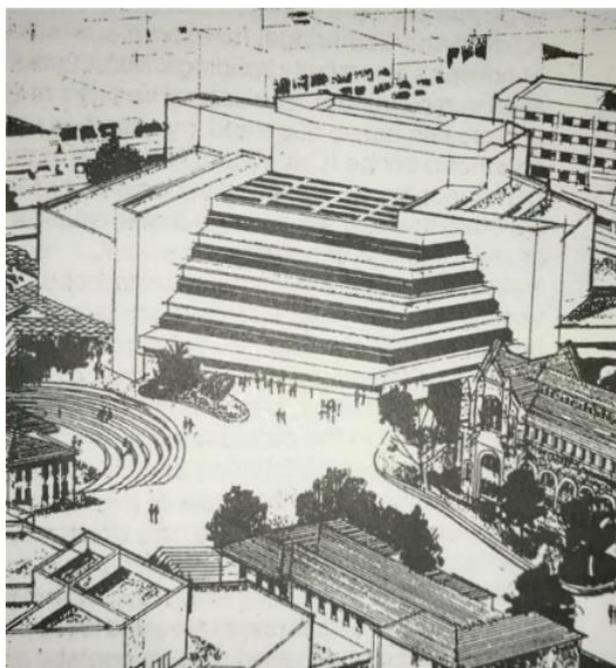
Perpustakaan perlu memikirkan kenyamanan pengguna agar merasa betah di dalam perpustakaan (Nusantari, 2012). Ketika pengguna telah merasa aman dan nyaman dengan suasana yang tercipta dari atmosfer perpustakaan, pengguna tersebut akan termotivasi untuk terus datang dan menggunakan fasilitas dari perpustakaan itu sendiri.



Gambar 2.6 Sketsa British Library dan pembagian ruang dalam (Thompson, 1989)

Universitas baru yang membangun ruang perpustakaan biasanya menempati lokasi utama di kampus yang mudah diakses dari jalan raya utama dan terpusat pada kegiatan kampus. Perpustakaan dapat mengakomodasi pembaca di dalam gedung untuk waktu yang lama, oleh karenanya perpustakaan akan membutuhkan fasilitas tambahan seperti kamar kecil, toko buku, mini market atau kantin/trestoran dan ruang pertemuan (*exhibition*). Perpustakaan harus tetap membuka beberapa fasilitasnya hingga malam hari. Parkir mobil biasanya diabaikan, karena itu adalah tanggung jawab perencana kampus.

Pada contoh kasus perpustakaan di Universitas Oxford memiliki perpustakaan pusat yang berfungsi sebagai lokasi cadangan penyimpanan dan arsip buku, dan lokasi perpustakaan terpisah dari bangunan fakultas dan setiap fakultas memiliki perpustakaan kecil. Pada perpustakaan Universitas Düsseldorf memiliki gedung perpustakaan pusat memiliki kendali penuh terhadap beberapa bangunan perpustakaan fakultas (beberapa di antaranya terhubung dengan sistem pengiriman buku). Pemisahan ini dimaksudkan karena beberapa perpustakaan fakultas memiliki kehidupan mereka sendiri, yaitu memiliki kegiatan yang berbeda ketika digunakan oleh pengunjungnya, misalnya fakultas kedokteran, mereka memerlukan studio untuk konsultasi buku sehingga perlu adanya fasilitas pinjaman terbuka.

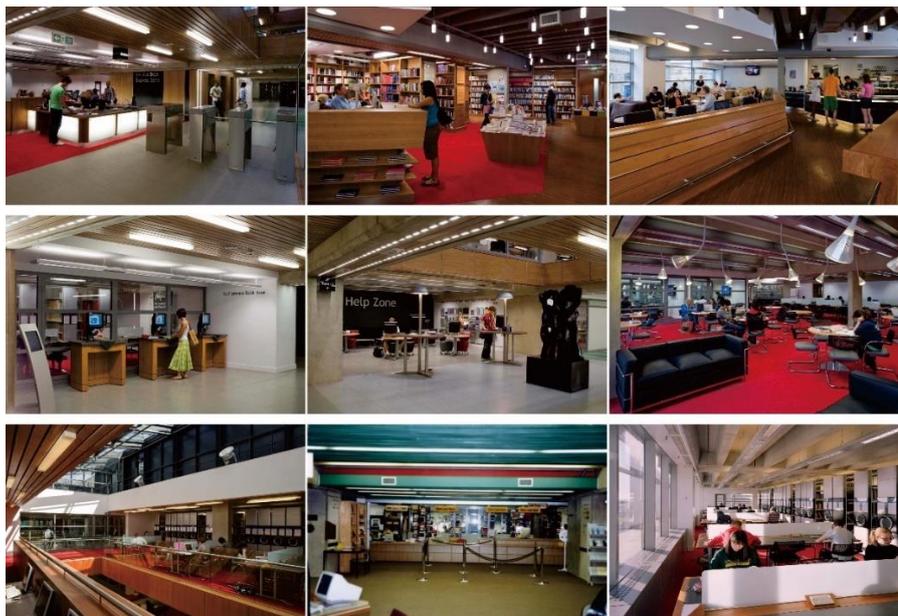


Gambar 2.7 Ruang terbuka pada *interance* sebagai kontrol pengunjung di National Library of Nigeria (Thompson, 1989)

Penggunaan bangunan yang bervariasi menyesuaikan pada pada waktu yang berbeda dalam sehari atau dalam jangka waktu tertentu, hal ini berpengaruh pada pintu masuk yang harus menangani kontrol keamanan. Sementara dekat dengan pintu masuk terdapat area untuk penerbitan peminjaman dan pengembalian buku yang menghasilkan kebisingan dan gerakan yang harus diisolasi baik secara akustik dan visual dari bagian utama bangunan yaitu area membaca, tempat studi harus tenang. Pergerakan pembaca (hasrusnya tanpa hambatan) ke area membaca harus dilindungi untuk meminimalkan gangguan.

Sistem operasional perpustakaan saat ini berupa katalog *microfiche* yang di operasikan melalui komputer yang dapat mengakses dari seluruh koleksi, dengan tetap melibatkan pustakawan, staff pekerja perpustakaan harus tersebar di wilayah bangunan. Pada pembagian subjek buku yang menyesuaikan fakultas akan menentukan persyaratan perletakan rak dan furnitur baik itu terpisah atau menyatu untuk jurusan yang berbeda.

Area membaca harus mudah diakses, sekalipun katalognya tersebar pada sistem komputerisasi, maka perlu mepertimbangkan lokasi buku-buku yang memakan banyak ruang dan akan banyak diakses oleh para pembaca dan staf perpustakaan. Komunikasi di wilayah ini yaitu antara katalog dan area penyimpanan buku harus sangat terorganisir.



Gambar 2.8 Hubungan ruang dan kegiatan setiap ruang dan fasilitasnya pada The David Wilson Library, Leicester (Fyfe, 2014)

Meskipun untuk masa yang akan datang buku cetak akan memiliki bentuk lain maka selanjutnya adalah upaya pustakawan untuk menerima dan menawarkan solusi dari masalah yang akan mendominasi perencanaan perpustakaan dalam beberapa dekade mendatang untuk dari segi operasionalnya. Seperti pada perpustakaan Universitas Tadulako, permasalahan utama pada bangunan ini adalah pemisahan ruang koleksi atau ruang penyimpanan buku dengan ruang baca untuk pengunjung, sehingga pengunjung tidak dapat mengakses langsung buku yang ingin di baca, pemisahan ini dilakukan akibat dari penerapan ruang transisi dalam mengelola angin. Pemisahan tersebut menguntungkan dari segi keamanan buku dari kerusakan akibat kurang pengawasan dari pustakawan, selain itu pemisahan ini juga bermanfaat bagi pustakawan yang harus mengetahui betul apa saja koleksi buku dalam perpustakaan.

2.2 Bangunan Hemat Energi

Konsumsi energi pada perpustakaan pada umumnya cukup besar, hal ini dapat dilihat penggunaan energi paling besar pada pencahayaan buatan dan pendinginan buatan dengan skala yang besar, oleh karenanya penerapan bangunan hemat energi untuk memaksimalkan penggunaan penghawaan dan pencahayaan alami sangat berpengaruh untuk efisiensi energi.

Bangunan hemat energi adalah desain yang meminimalkan penggunaan energi tanpa memberikan dampak pada fungsi, kegiatan dan kenyamanan penggunaannya (Hawkes, 2002). Menurut (Yeang, 2006) *“Ecological design, is bioclimatic design, design with the climate of the locality, and low energy design”*, Yeang menekankan perancangan pasif yang berbasis pada integrasi kondisi ekologi setempat, iklim makro dan mikro, kondisi tapak, program bangunan, konsep desain dengan penggunaan energi yang rendah sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna

2.2.1 Strategi Hemat Energi pada Bangunan Tinggi

Bangunan yang merespon lingkungan merupakan dianggap sebagai syarat dari upaya desain bangunan hemat energi, terutama yang berkaitan dengan konten, penentuan letak, material, sistem operasional, dan fitur lainnya. Pada bangunan

berskala besar atau berlantai banyak seperti *skyscrapers* konsumsi energi yang digunakan sangat tinggi sehingga seyogyanya perlu mempertimbangkan dengan desain bioklimatik atau desain ekologis.

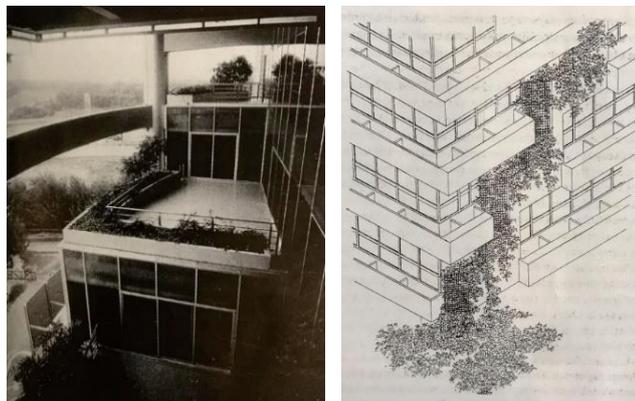
Perletakan bangunan terhadap bangunan lain dan penataan lansekap dapat menjadi penentu utama efisiensi energi, strateginya tergantung pada zona iklim, selain itu strategi pada bangunan itu sendiri juga memberikan kenyamanan pengguna. Berikut beberapa teknik lansekap untuk pengendalian iklim mikro khususnya terhadap potensi angin dan penerapan ruang transisi.

Tabel 2.4 Strategi hemat energi pada bangunan tinggi

strategi	penjelasan
Tanaman	Tanaman memberikan naungan, pilihan jenis tanaman akan mempengaruhi respon matahari, tanaman memberikan penyaringan radiasi matahari sebagai kontrol cahaya dan panas yang lebih halus di dalam gedung <i>skyscrapers</i>
Material	rumput akan mengurangi pantulan setidaknya 60% radiasi matahari dari pada permukaan yang <i>glossy</i> . Rumput akan menyerap panas di siang hari dan melepaskannya perlahan pada malam hari sebagai kontrol suhu eksternal dan internal.
Air	Air memancarkan radiasi matahari lebih sedikit sehingga berpengaruh pada penurunan suhu. Angin sejuk dari air dapat digunakan untuk ventilasi untuk meningkatkan kenyamanan luar ruangan serta meningkatkan konservasi energi
Elemen <i>wind-stering</i> (kemudi angin)	
<i>Shading</i>	funksinya untuk menentukan rute pergerakan udara dingin, elemen ini harus memungkinkan penyaringan udara dingin melalui penghalang atau celah pada bangunan. Lansekap dapat dikolaborasikan sebagai penghalang efek panas dengan menyediakan tanaman penutup alami atau buatan (seperti pohon, pedestrian tertutup dan tanaman vertikal) pada permukaan horizontal dan vertikal <i>skyscrapers</i> .
<i>Shelterbelts</i>	kumpulan pohon bertujuan untuk menyaring kecepatan angin, terutama pada lantai bawah, penghalang angin solid akan menciptakan turbulensi dan pusaran. Efek turbulensi ditentukan oleh ketinggian shelterbelts, apabila tanpa <i>shelterbelts</i> dapat menyebabkan pengaliran kecepatan angin meningkat 20%. Orientasi <i>shelterbelts</i> harus memperhitungkan arah angin.
<i>Windbreaks</i>	prinsipnya mirip dengan <i>shelterbelts</i> sebagai mengurangi kecepatan angin, dapat berupa dinding atau <i>secondary skin</i> yang dapat diintegrasikan dengan bentuk lahan atau bentuk bangunan. Poros dari elemen-elemen ini harus dirancang untuk memperlambat angin tanpa

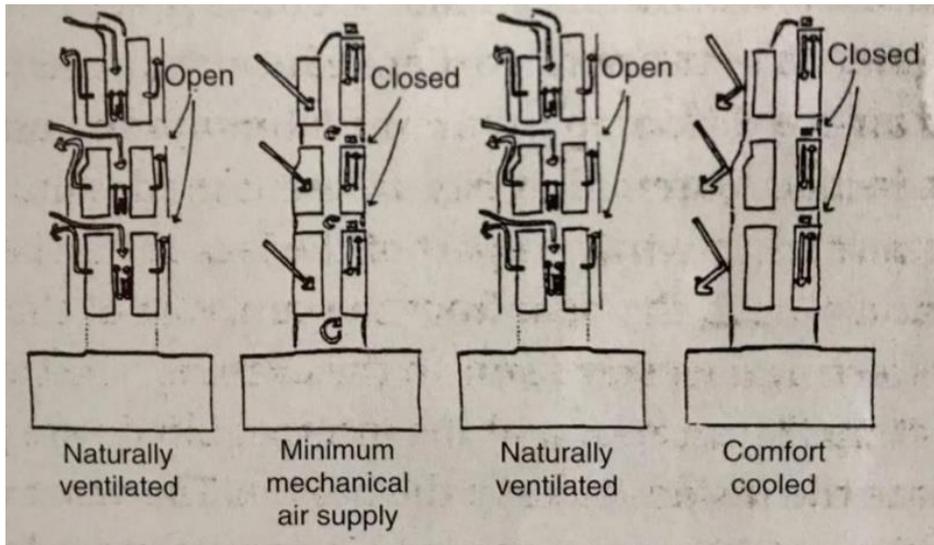
strategi	penjelasan
	menciptakan turbulensi atau menghasilkan kantong udara yang tidak bergerak.
<i>Ground shaping</i>	Pembentukan tanah sangat efektif untuk menyalurkan angin ketika dikombinasikan dengan vegetasi, aliran angin akan sangat baik untuk pengguna. konstruktif <i>ground shaping</i> dapat mengintegrasikan skyscrapers (termasuk parkir mobil) dengan lansekap (termasuk basement). Desain lansekap harus memiliki langkah-langkah pengendalian erosi dan air.
<i>Skycourt</i>	<i>Skycourt</i> merupakan pemanfaatan strategi dari bangunan pasif yaitu dengan mengambil keuntungan langsung dari alam, khususnya matahari dan angin, untuk mencapai kenyamanan pada sebuah bangunan. <i>Skycourt</i> diletakan pada lantai atas bangunan berupa teras besar dengan taman.

Sumber : Yeang, 1999



Gambar 2.9 *Skycourt* dengan vegetasi sebagai kontrol terhadap rasiasi matahari dan sebagai *Wind-stering* dengan vegetasi untuk mengarahkan angin sejuk ke ruang yang di inginkan (Yeang, 1999)

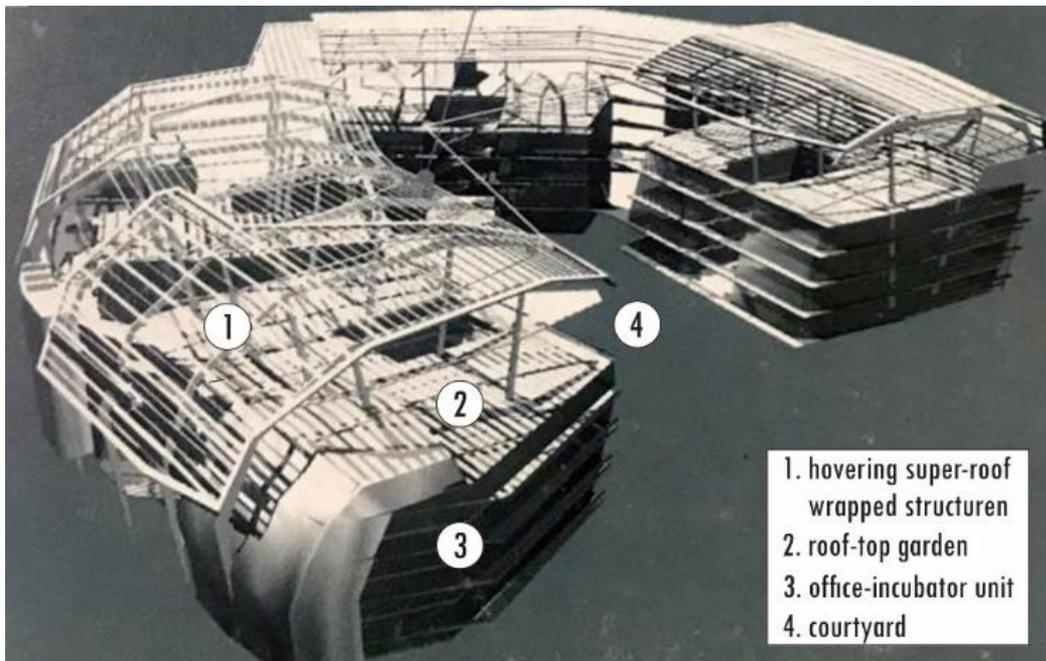
Penggunaan elemen aktif juga dapat digunakan dan dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan, dengan kombinasi elemen lansekap dan elemen yang bergerak statis. Sebagai contoh, tata letak *skycourts* dapat dirancang untuk mengakomodasi *secondary skin* yang dapat dipindahkan ke berbagai posisi tergantung pada waktu yang dibutuhkan. *Naturally ventilated* memasukan angin melalui koridor dan melepaskannya melalui ruangan, *Minimum mechanical air supply* memasukan angin melalui ruangan dan diteruskan pada koridor tertutup sehingga angin akan terpusan pada atrium, sementara untuk *comfort cooled* bangunan dibuat tertutup untuk menggunakan pendingin buatan. Teknik elemen aktif seperti ini akan menyesuaikan dan mempertimbangkan kondisi lingkungan dari setiap sisi bangunan.



Gambar 2.10 Strategi ventilasi pada *secondary skin* dan aliran angin yang dimasukkan pada bangunan (Yeang, 1991)

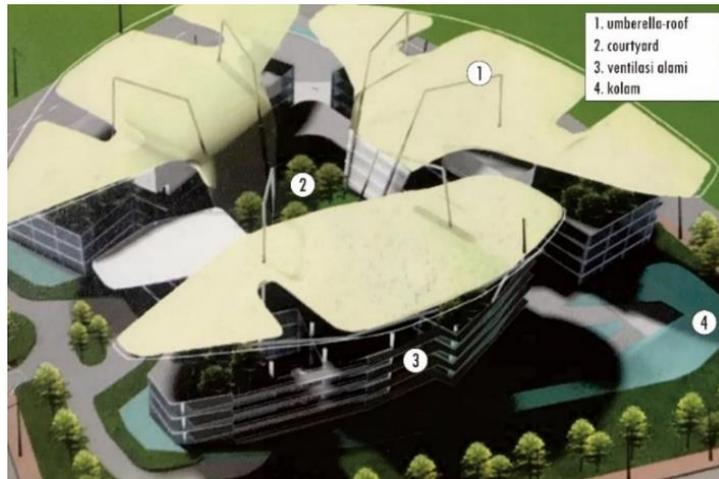
2.2.2 Strategi Hemat Energi pada Bangunan Bertingkat Rendah

Bangunan rendah dengan lokasi yang luas (horizontal) dan menyebar sebagai bangunan besar atau kelompok massa bangunan tentu akan banyak mengambil bidang tanah dan dapat mengubah ekosistem alam pada lokasi tersebut, oleh karenanya perlu ada strategi pengembalian ekosistem, sekaligus akan memberikan efek hemat energi pada bangunan.



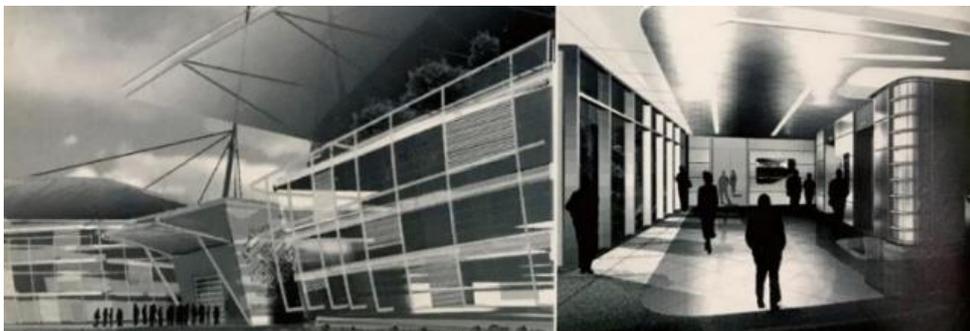
Gambar 2.11 Strategi hemat energi pada Enterprise park malaysia (Yeang, 2001)

Bangunan ini merupakan kesatuan dari beberapa massa bangunan yang dihubungkan, disatukan, dan dilindungi oleh struktur kanopi *hovering super-roof* sehingga terlihat seperti satu kesatuan. Fungsi bangunan perkantoran dengan *office-incubator units* dibuat berbentuk U untuk mengelilingi ruang tengah berupa *courtyard*. Bentuk ekologi, *roof-top* berupa garden sebagai bentuk pengembalian penggunaan lahan yang besar, *roof-top* dilindungi *wrapped structure* untuk melindungi dari sinar matahari langsung.



Gambar 2.12 Strategi hemat energi pada Tech-Linx (Yeang, 2001)

Pada Tech-Linx dalam tipologinya *courtyard* berada di tengah dengan dilindungi unit massa ruang tertutup dan dilindungi oleh kanopi atap berupa *umbrella-roof*. Perancangan bangunan menggabungkan tiga bangunan kantor dengan lantai bawah terbuka dan terhubung, ruang ini difungsikan sebagai fasilitas komunal dan konferensi. Seluruh kompleks *courtyard* saling terkait oleh sebuah massa bangunan dengan ventilasi alami dengan vegetasi yang lebat dan area pinggirannya juga dilengkapi kolam air untuk mengontrol suhu dalam bangunan.



Gambar 2.13 Ruang lantai bawah Tech-Linx dan selasar sebagai kontrol termal dalam bangunan dan pencahayaan alami pada fasad (Yeang, 2001)



Gambar 2.14 Elemen ruang transisi menjadi pembentuk desain bangunan dan penataan lansekap di universitas Nottingham, Malaysia (Yeang, 2001)

Pada Universitas Nottingham di Malaysia desain *enterance* menggabungkan atrium dengan plaza dan menggunakan “*facade tower*” yang berfungsi sebagai lorong angin ke ruang publik. *Facade tower (wind-scoop/wind-tower)* digunakan untuk mendorong gerakan udara dari luar dengan tenaga mekanis berupa kipas agar membantu gerakan udara ketika kecepatan angin menurun. Bangunan juga menggunakan *wind walls* yang mengarahkan udara ke arah *wind-tower*. Pedestrian di lengkapi dengan vegetasi dan kolam, pedestrian menghubungkan semua massa bangunan dan sirkulasi terbuka berbentuk U memutari plaza sebagai ruang udara di tengah bangunan untuk kontrol termal bangunan.



Gambar 2.15 Ruang transisi diterapkan sebagai peataan ruang (Yeang, 2001)

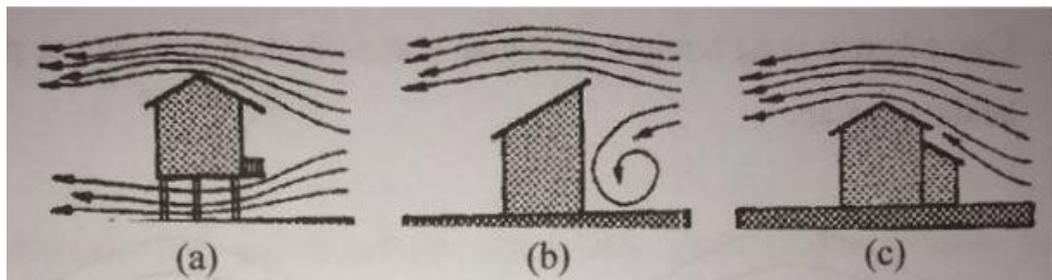
Masa bangunan untuk ruang kelas terletak di lantai 2 dan 3 yang berfungsi untuk mendorong sirkulasi udara melalui halaman dan masuk pada bangunan di lantai 1 melalui ventilasi alami, ini sekaligus sebagai peneduh dan meberikan *view* untuk mahasiswa. Bangunan menerapkan ventilasi silang dan penyimpanan air hujan, sehingga menjadikan kampus berkelanjutan yang ramah lingkungan, dimana strategi dasarnya merespons terhadap potensi alam dari lokasi tersebut.

2.2.3 Respon Bangunan terhadap Mekanisme Aliran Angin

Pergerakan udara yang disebabkan oleh beberapa fenomena yang terjadi secara alami. Dalam merancang bangunan hemat energi dengan memanfaatkan potensi angin perlu memperhatikan perilaku dan pengaruh angin terhadap bangunan, perilaku angin akan menjadi dasar untuk menentukan alternatif desain bangunan dan menjadi tolak ukur dalam pengambilan keputusan desain bangunan, baik dari bentuk bangunan, penataan bangunan atau penggunaan desain *device* bangunan. berikut beberapa fokus yang perlu diperhatikan sehingga bangunan tersebut dapat merespon kondisi angin tersebut.

1. Aliran angin di sekitar bangunan

Boutet (1987) mengatakan terdapat beberapa perilaku dasar aliran udara yang terjadi di sekitar bangunan dengan geometri kubus atau kotak (dimensi panjang = lebar = tinggi).

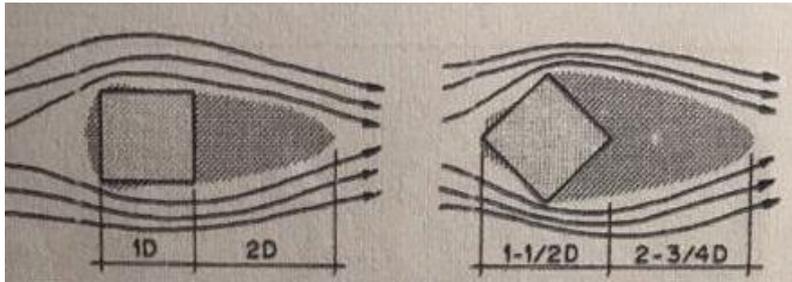


Gambar 2.16 Pengaruh bangunan terhadap perilaku aliran udara (a) menuntun; (b) menghalangi; (c) membelokkan aliran udara (Boutet, 1987)

Bangunan sebagai objek penghalang aliran udara akan membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati di sekitarnya seperti pada gambar dibawah ini. Aliran udara yang terpecah akan menciptakan aliran berputar pada sisi *windward* dan *leeward* bangunan yang cenderung memiliki kecepatan udara yang rendah atau dapat dikatakan sebagai zona tenang.

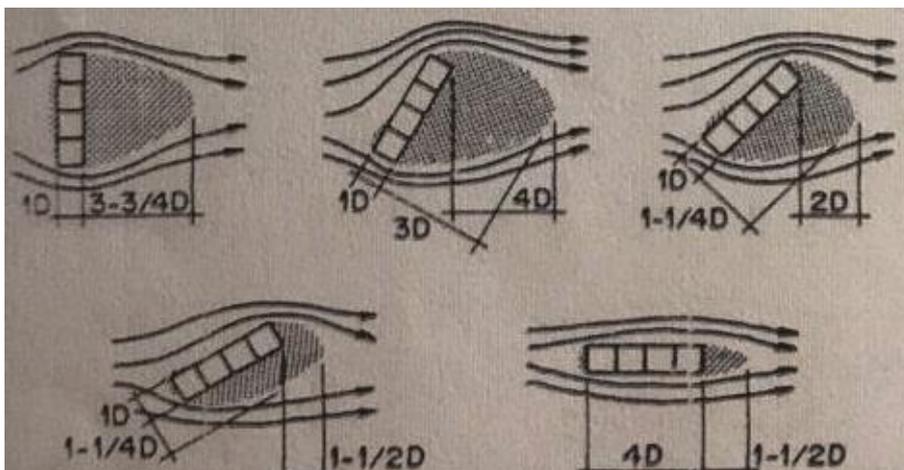
2. Pengaruh angin terhadap orientasi bangunan

Orientasi bangunan terhadap arah datang angin akan memberikan pengaruh terhadap perilaku aliran udara di sekitarnya. Orientasi yang berbeda akan menciptakan aliran eddy pada sisi *leeward*, luasan zona tenang, dan potensi *wind exposure* yang berbeda.



Gambar 2.17 Pola aliran udara pada bangunan berbentuk kotak dengan orientasi 0 dan 45° (Boutet, 1987)

Bangunan dengan bentuk kotak akan menciptakan aliran eddy dan zona tenang yang lebih panjang apabila diputar 45°, seperti pada Gambar 2.18. Untuk bangunan persegi panjang (*linear*), orientasi 30° terhadap arah datang angin akan menciptakan aliran eddy yang lebih panjang. Aliran eddy yang lebih pendek apabila bangunan persegi panjang berorientasi 90 terhadap arah datang angin (Gambar 2.20).



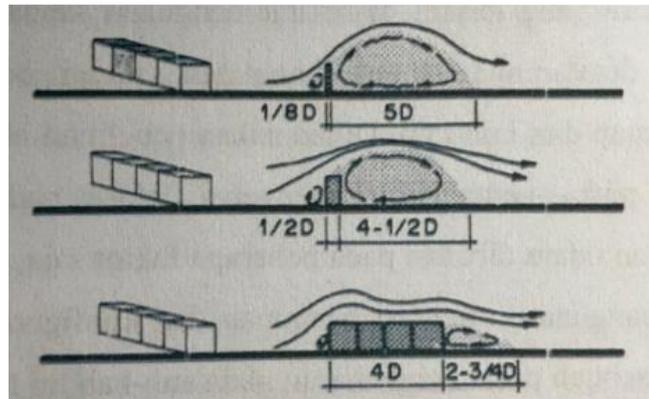
Gambar 2.18 Pola aliran udara pada bangunan berbentuk kotak dengan orientasi 0°, 30° 45, 60° dan 90° (Boutet, 1987)

3. Pengaruh angin terhadap bentuk bangunan

Variasi bentuk bangunan memberikan pengaruh yang berbeda pada pola dan kecepatan aliran udara yang terjadi di sekitarnya. Pada penelitian Boutet (1987)

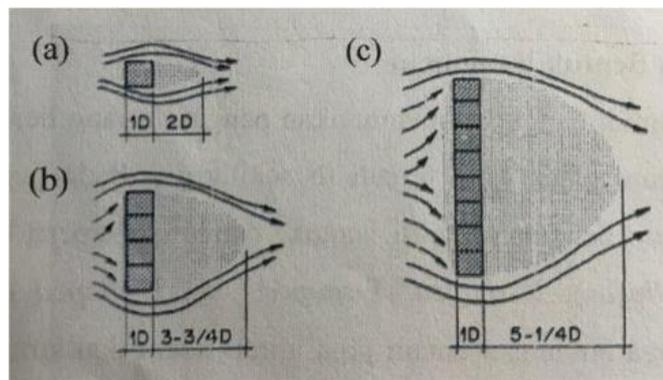
yang menguji beberapa variasi bentuk bangunan dan dimensi bangunan terdapat beberapa poin utama berkaitan dengan pengaruh bentuk bangunan terhadap pola aliran udara, diantaranya :

Bangunan yang tipis akan lebih besar memproteksi aliran udara dibandingkan bangunan yang lebih tebal.



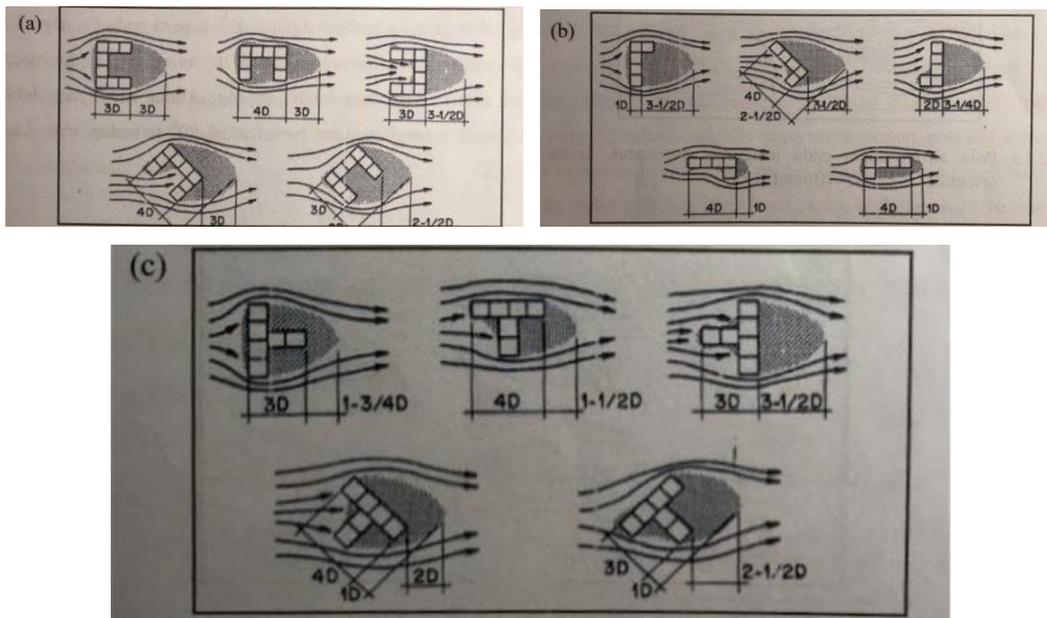
Gambar 2.19 Perbedaan ketebalan bangunan mengakibatkan perbedaan panjang aliran eddy dan zona tenang (Boutet, 1987)

Pada bangunan dengan bentuk persegi panjang, ukuran panjang pada sisi *windward* sangat menentukan panjang zona tenang di belakangnya, semakin panjang sisi *windward*, maka zona tenang akan semakin panjang.



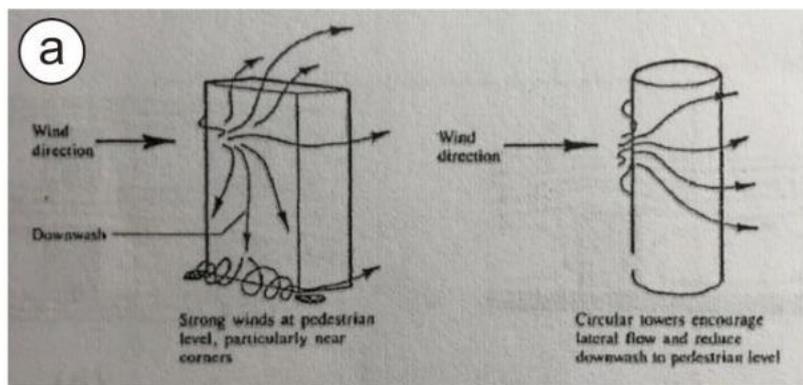
Gambar 2.20 Perbedaan perilaku aliran udara pada bangunan berbentuk kotak (a) dan persegi panjang (b) dan (c) (Boutet, 1987)

Bangunan dengan bentuk U dan T memiliki panjang aliran eddy dan zona tenang yang sama, namun orientasi bangunan memberikan potensi *wind exposure* yang berbeda. Pada bangunan U dan T dengan orientasi 180° memberikan potensi *wind exposure* lebih besar karena sisi bangunan yang terkena langsung hampasan angin lebih besar dibandingkan orientasi lainnya.



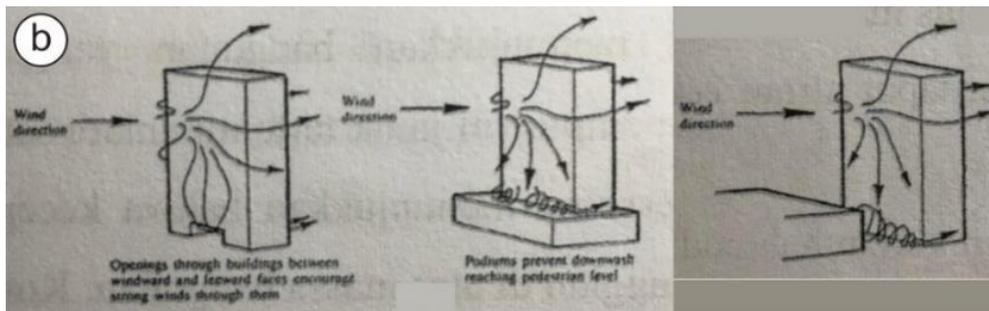
Gambar 2.21 Perbedaan perilaku aliran udara pada bangunan bentuk yang berbeda dan variasi orientasi (a) bentuk U; (b) bentuk-L; (c) bentuk-T (Boutet, 1987)

Bentuk bangunan silinder meneruskan aliran udara tanpa menghasilkan aliran turbulensi yang mengarah ke bagian bawah/pedestrian. Hal tersebut dikarenakan, bangunan dengan bentuk silinder tidak memiliki area muka bangunan yang menghalangi aliran udara. Berbeda dengan dengan bangunan kotak yang memiliki *turbulent boundary layer* yang akan menciptakan aliran udara vertikal dan aliran turbulensi mengarah ke bagian bawah/permukaan tanah.



Gambar 2.22 Aliran udara pada variasi bentuk kotak dan silinder (Aynsley, 1995)

Pola aliran udara juga dapat berbeda pada beberapa variasi bentuk bangunan tinggi yang kotak. Variasi bentuk bangunan seperti adanya bukaan pada bagian bawah bangunan akan mempengaruhi gerakan turbulensi dan kecepatan angin yang terjadi di area pedestrian sekitar bangunan (Aynsley, 1995).

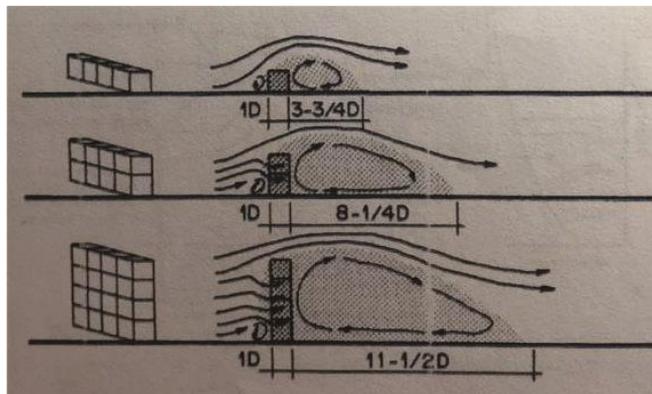


Gambar 2.23 Aliran udara dengan bukaan pada lantai dasar (Aynsley, 1995)

Pola aliran udara juga dapat berbeda pada beberapa variasi bentuk bangunan tinggi yang kotak. Variasi bentuk bangunan seperti adanya bukaan pada bagian bawah bangunan akan mempengaruhi gerakan turbulensi dan kecepatan angin yang terjadi di area pedestrian sekitar bangunan (Aynsley, 1995).

4. Pengaruh angin terhadap tinggi bangunan

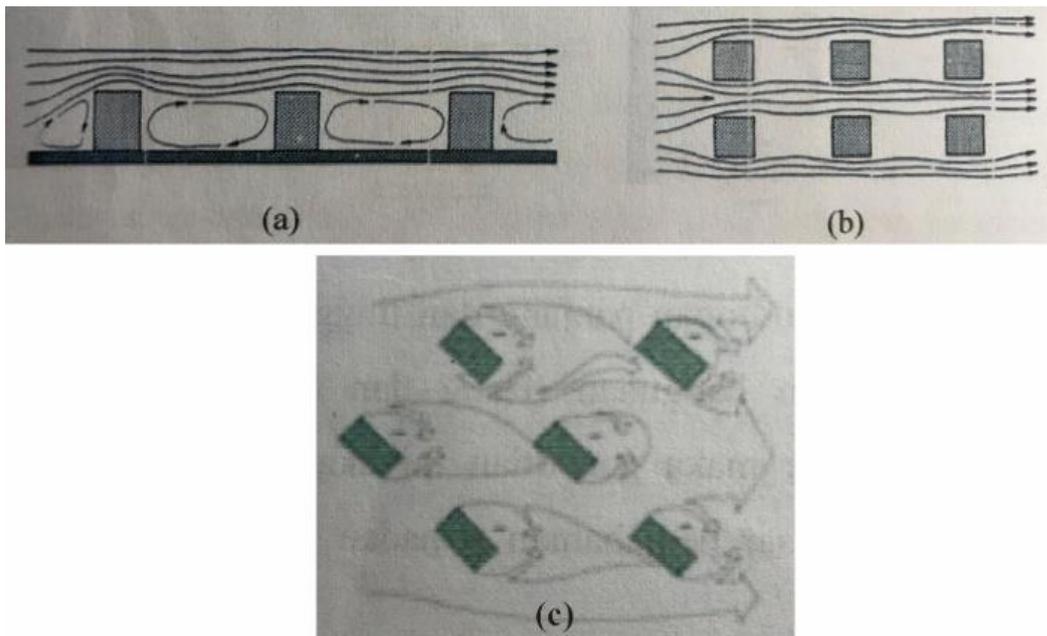
Tinggi bangunan tidak memberikan perbedaan pada perilaku aliran udara di sekitar bangunan, namun menciptakan zona tenang yang lebih besar. Dalam penelitian Boutet (1987), perbandingan bangunan dengan ketinggian yang berbeda menyimpulkan bahwa semakin tinggi bangunan akan menciptakan aliran *eddy* dan zona tenang yang lebih panjang.



Gambar 2.24 Pengaruh tinggi bangunan terhadap pola aliran udara dan area tenang (Boutet, 1987)

5. Pengaruh angin terhadap massa bangunan

Massa bangunan dalam suatu kawasan akan mempengaruhi pola aliran angin di sekitar bangunan tersebut. Letak bangunan yang membentuk sudut terhadap arah datang angin, akan mengurangi kecepatan angin sebesar 50-60 % (Boutet, 1998 referensi Olgyay, 1983)



Gambar 2.25 (a-b) Bangunan dengan pola sejajar, (c) penataan massa bangunan papan catur (Boutet, 1987) (Lechner, 2002)

Bangunan yang ditata sejajar dengan ketinggian sama dengan jarak tertentu mengakibatkan kecepatan angin yang besar hanya berada pada ketinggian di atas massa bangunan. Kondisi yang berbeda pada area setinggi bangunan hanya terdapat aliran eddy/calm area dengan kecepatan rendah.

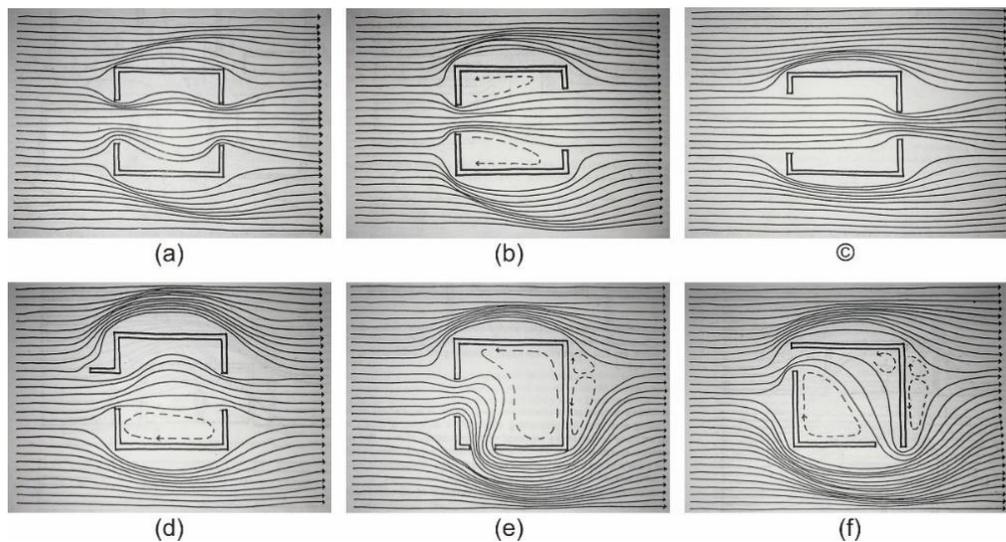
Menurut Lechner (2002), untuk daerah iklim tropis lembab pengaturan penataan bangunan sejajar tidak efektif untuk pemanfaatan aliran angin, solusinya dengan pengaturan penempatan lokasi bangunan tidak berbaris atau papan catur dan kemiringan 45° terhadap arah datang angin, proses penyejukan melalui angin akan maksimal karena total area kulit bangunan yang terkena angin lebih banyak.

2.2.4 Pengelolaan Angin di dalam Bangunan

Di daerah beriklim tropis lembab, penghawaan alami diperlukan pada setiap saat, karena strategi penghawaan alami terbukti menjadi strategi peningkatan yang sangat efektif untuk kondisi iklim tersebut (Givoni, 1998). Penghawaan alami dapat berlangsung karena adanya bukaan pada bangunan, sehingga keputusan desain yang berpengaruh terkait dengan peletakan bukaan dan detail desain bukaan tersebut. Bukaan atau ventilasi merupakan salah satu strategi *passive cooling*, berikut strategi penggunaan ventilasi.

1. Penghawaan silang (*cross ventilation*) secara horizontal

Penghawaan silang ruangan yang baik dapat dilakukan dengan bukaan terletak pada dua sisi yang berlawanan, Dari sisi tinjau kecepatan yang terjadi di dalam ruang, bila bukaan inlet lebih kecil dibanding bukaan outlet, kecepatan angin di dalam ruang lebih besar dibanding kecepatan angin di luar ruangan. Tetapi sebaliknya, bila bukaan inlet lebih besar dibanding bukaan outlet, maka terjadi pengurangan kecepatan di dalam ruang.

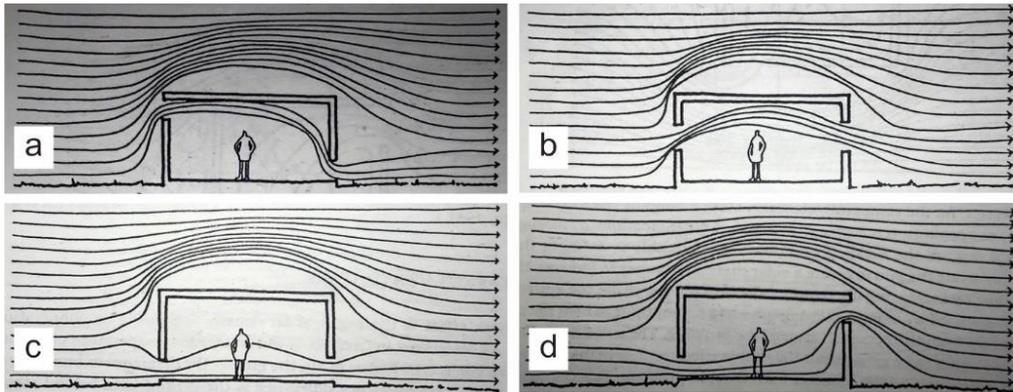


Gambar 2.26 Distribusi aliran angin pada ruang dengan penghawaan silang (*cross ventilation*) (Moore, 1993)

Gambar (a) menunjukkan bukaan yang berlawanan melepaskan tekanan angin yang, menciptakan ventilasi silang yang baik melalui interior. Pertukaran udara dibuat pada area masuk dan keluar yang sama besar menjadikannya konfigurasi optimal sebagai pendingin. Gambar (b), kecepatan udara interior dibuat *inlet* lebih kecil dari *outlet*, menjadikan ini konfigurasi optimal ketika orang yang mendinginkan, dan sangat baik untuk area luar bangunan seperti teras. Gambar (c), apabila bukaan masuk lebih besar dari bukaan keluar, maka kecepatan di dalam ruangan berkurang (meskipun kecepatan di area *leeward* meningkat). Sehingga berpotensi mendinginkan area eksterior seperti teras. Gambar (d), Sebuah *baffle* (dinding sayap, pintu, atau jendela susun) yang ditempatkan tegak lurus terhadap bukaan mengubah arah aliran udara dan kecepatannya dalam ruang. Gambar (e), *inlet* yang berpusat ditengah dan aliran udara di arahkan ke *outlet* samping, sehingga perubahan arah yang tiba-tiba menjadikan aliran angin meningkat dengan

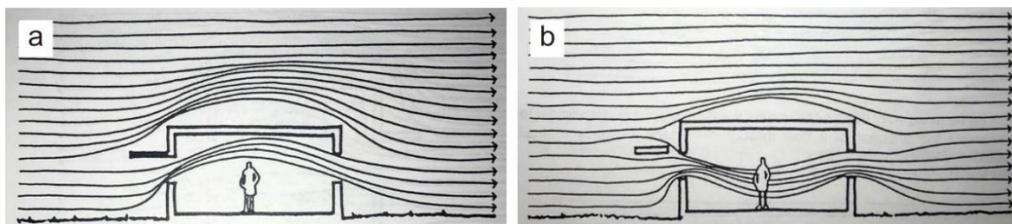
memposisikan kembali saluran masuk ke lokasi yang lebih diagonal. Pada bagian f, bukaan yang terletak di sudut-sudut bangunan memungkinkan *inertia* (kelembapan) untuk melanjutkan gerakan ke arah angin yang sama menciptakan putaran angin halus sampai outlet tercapai.

2. Penghawaan silang (*cross ventilation*) secara vertikal



Gambar 2.27 Posisi bukaan vertikal terhadap aliran angin (moore, 1993)

Inlet yang rendah memberikan efek paling baik untuk pendinginan, karena aliran udara menghembus melalui zona huni, walaupun posisi *outlet* juga di bawah ataupun di atas (Gambar 2.28 c dan d). Pada kondisi tertentu, di mana penghuni menginginkan privasi secara visual, penempatan *inlet* di posisi atas dekat dengan langit-langit. Pada keadaan seperti ini, tidak akan pernah dihasilkan aliran udara yang mengenai zona huni, baik posisi outlet di atas ataupun di bawah (Gambar 2.28 a dan b)

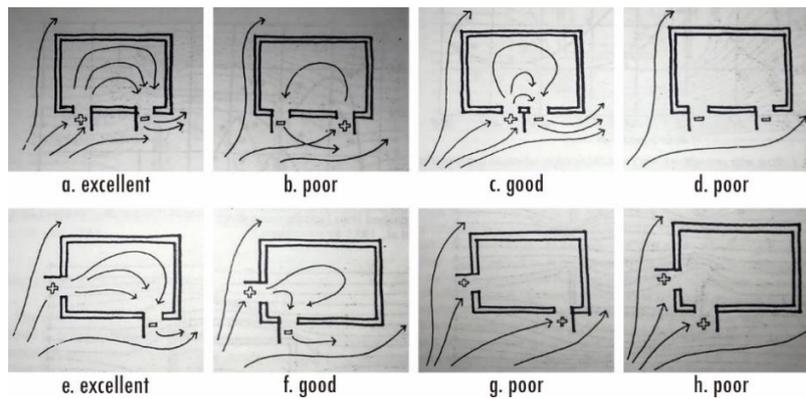


Gambar 2.28 Pengaruh *overhang* pada bukaan terhadap aliran angin (moore, 1993)

Overhang yang terletak di atas bukaan inlet bertujuan untuk mengarahkan aliran udara ke interior dan mengalir di sepanjang langit-langit lalu keluar dari zona dingin dalam ruang (gambar 2.34 bagian a), pada gambar 2.34 bagian b, terlihat penambahan *overhang* yang terpisah dari bangunan bertujuan untuk mengarahkan kembali aliran ke dalam ruangan, sehingga meningkatkan efek pendinginan.

3. Bukaannya pengarah angin

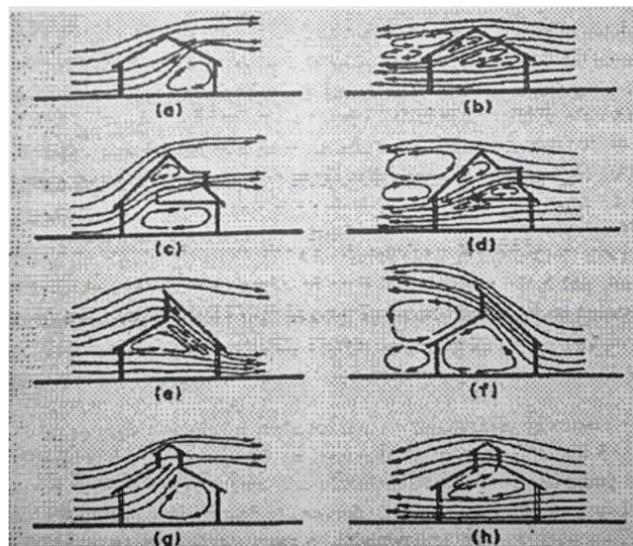
Givoni (1980) menjelaskan bahwa pada ruang yang berbentuk dasar bujursangkar, dengan bukaan ganda pada satu sisi mengakibatkan kecepatan angin paling besar terjadi pada arah angin yang membentuk sudut 45° dari garis bukaan tersebut. Dengan adanya *wing-wall*, kecepatan angin di dalam ruang menjadi lebih besar. Apabila panjang *wing-wall* diperpanjang lagi, kecepatan angin akan lebih meningkat.



Gambar 2.29 Desain *wing-wall* untuk mengarahkan angin (Moore, 1993)

4. Bukaannya pada atap bangunan

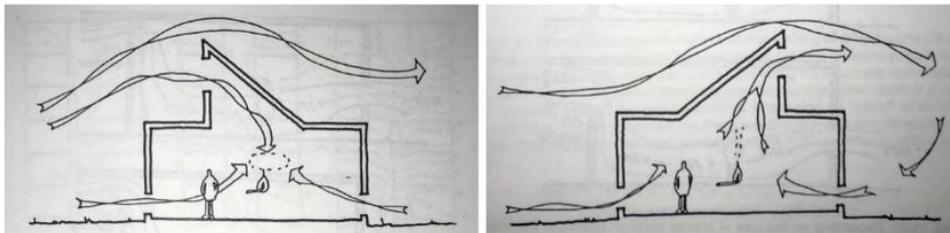
Boutet (1987) mengatakan jenis-jenis bukaan atap bisa berupa *skylights*, *dormers*, *clerestories* ataupun *belvedere*. Aliran ke atas terjadi apabila bukaan samping (pada dinding) ditutup dan bukaan atap dibuka sehingga pola aliran udara didominasi aliran horisontal.



Gambar 2.30 Berbagai macam bentuk bukaan atap (Sumber : Boutet, 1987)

Pada gambar 2.30 bag. h terlihat aliran vertikal ke bawah dari bukaan atap menuju bukaan samping sisi *leeward*, apabila bukaan samping dua sisi dibuka dan bukaan atap dua sisi dibuka, tidak terjadi aliran vertikal. Boutet mengatakan bukaan atap tersebut kurang signifikan untuk menciptakan pergerakan udara yang berarti, namun sangat bermanfaat untuk melepas panas.

Penghawaan dengan efek cerobong (*stack effect*) menyebabkan udara panas mengalir ke atas, sedangkan untuk udara dingin mengalir ke bawah. Udara panas mempunyai kepadatan lebih rendah dibanding dengan udara dingin, oleh karena itu udara panas cenderung mengalir ke atas. Pengaliran udara semacam ini menyaratkan adanya perbedaan temperatur yang signifikan antara dua posisi ketinggian yang berbeda, sehingga aliran udara ke atas dapat terjadi.



Gambar 2.31 pengaruh bukaan (*windscoop*) terhadap aliran angin dan terjadinya Proses *stack efek* (Moore, 1993)

Bukaan atap yang berfungsi sebagai *windscoop* dengan *outlet* untuk mengatasi kemungkinan terjadinya efek tumpukan udara hangat dalam bangunan, karena diarahkan naik keatas. Dengan orientasi *windscoop* ke area *winward* akan memperkuat *stack effect* dan tabrakan angin. Ventilasi angin dapat digunakan untuk meningkatkan aliran udara dalam bangunan dengan jenis cerobong angin yang diarahkan ke arah *leeward* sehingga memberikan efek turbulensi angin yang baik. Secara umum, benda apa pun yang ditempatkan di jalur aliran angin menyebabkan perbedaan tekanan (positif pada sisi *winward*, negatif pada sisi *leeward*).

2.3 Ruang Transisi

Mike Green (2012) mengatakan ruang transisi digunakan untuk menciptakan lingkungan yang memfasilitasi di mana orang-orang yang ingin memulai perubahan atau akan melalui perubahan untuk dapat mengambil waktu dan ruang untuk memahami di mana mereka berada serta bereksperimen dengan apa yang mereka inginkan atau lakukan (adaptasi). Peter Senge pada artikel “So

What Exactly is Transitional Space?” (Green, 2012), mengungkapkan “*housing of the human spirit*”, yang mendefinisikan ruang transisi sebagai ruang yang terletak di antara lingkungan luar dengan dalam gedung, desain ruang-ruang ini dianggap sangat penting oleh perancang bangunan dengan pertimbangan estetika, kesehatan dan kenyamanan, atau jalur darurat jika terjadi kebakaran.



Gambar 2.32 Ruang transisi pada fasad bangunan (Doxiadis, 1963)



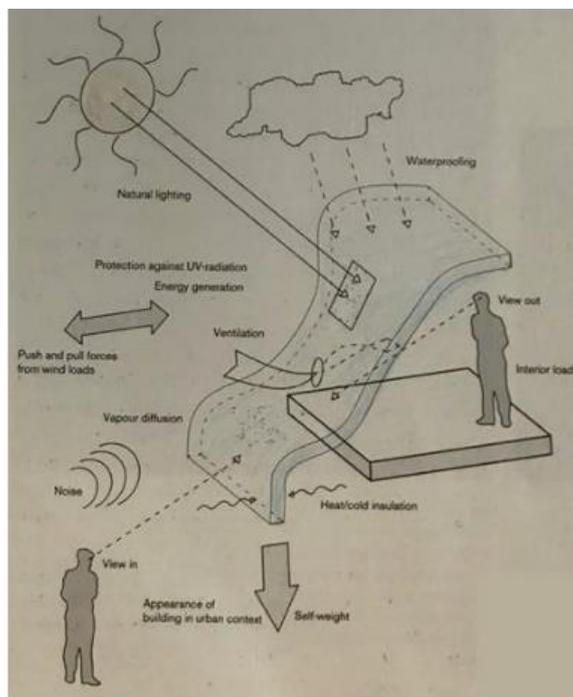
Gambar 2.33 Ruang transisi sebagai elemen kontrol panas matahari dan angin masuk berupa teras yang digungsiakan juga sebagai selasar (Doxiadis, 1963)

Konsep ruang transisi yang dimaksud dalam perancangan ini adalah hubungan antar fisik bangunan dengan potensi angin yang mendukung fungsi perpustakaan sekaligus tetap memungkinkan adanya ekspresi arsitektur yang berbeda pada masing-masing ruang perpustakaan untuk menarik kreatifitas mahasiswa. Pada perpustakaan Universitas Tadulako, ruang transisi menjadi generator dalam menentukan desain perancangan, baik sebagai penataan zonasi

akibat sistem operasional yang diterapkan atau dalam mendesain fasad, orientasi dan bentuk serta penataan ruang perpustakaan. Konsep ruang transisi memungkinkan terbentuk sebuah sistem yang cepat dan mudah dalam menambah, mengurangi, memodifikasi, merangkai bangunan perpustakaan dengan menggunakan prinsip bangunan hemat energi dengan memanfaatkan potensi angin. Pentingnya konsumsi energi pada bangunan dapat di tekan dengan mempertimbangkan ruang transisi, ruang transisi jarang digunakan sehingga apabila digunakan akan sangat memberikan efisiensi pada bangunan (shwetadeshmukh, 2009).

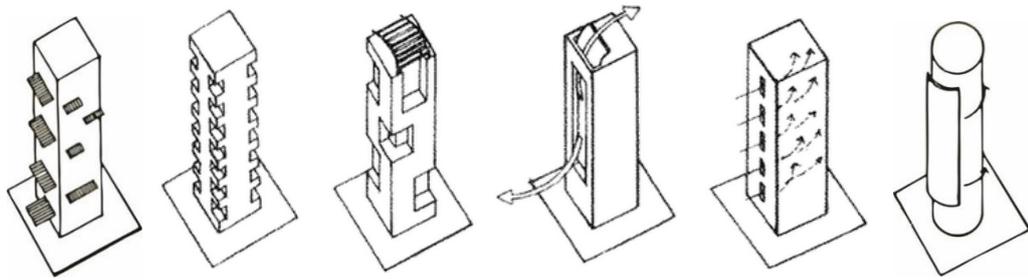
2.3.1 Mengelola Ruang Transisi pada Fasad Bangunan

Strategi dapat diawali dengan memperhatikan fasad bangunan yang pertama kali bersentuhan dengan angin. Fasad memisahkan interior dengan eksterior, fungsinya yang menentukan tampilan arsitektur bangunan baik itu ke dalam dan ke luar, menyerap gaya dorong aliran angin, memungkinkan perlindungan dari sinar matahari, melindungi dari air hujan dan menangani kelembaban dari dalam dan luar.



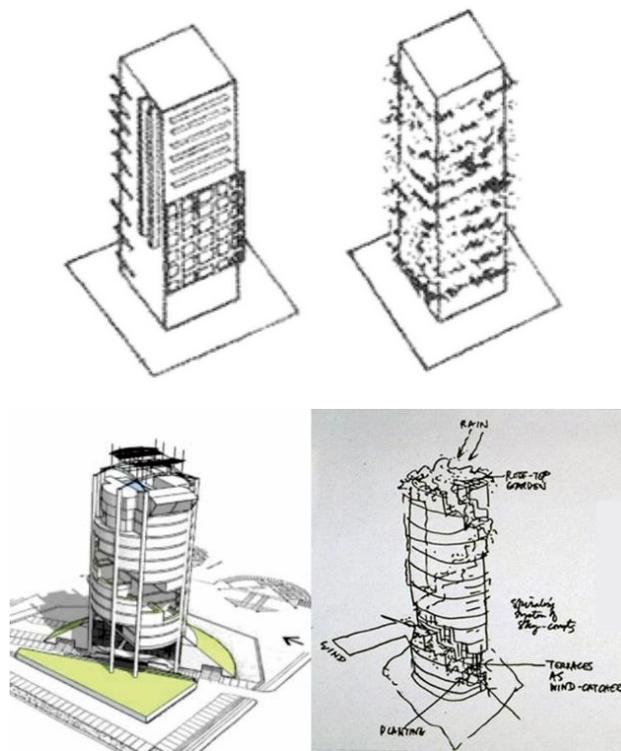
Gambar 2.34 Fungsi fasad pada ruang transisi (Knaack, 2007)

Fasad menyediakan isolasi terhadap panas, dingin dan kebisingan dan dapat memfasilitasi perletakan pembangkit energi. Fasad dapat berupa balkon dengan teras - teras yang lebar dan taman yang berfungsi sebagai pembayang sinar matahari, untuk mengurangi angin panas masuk dan sebagai daerah fleksibel akan mudah untuk menambah fasilitas - fasilitas yang akan tercipta dimasa yang akan datang.



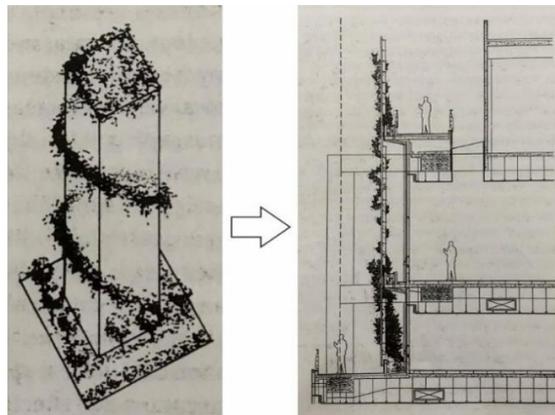
Gambar 2.35 Penerapan ruang transisi pada fasad bangunan berupa balkon, *shading*, *wind-scoop* berupa lubang pada selubung bangunan untuk mengarahkan angin dan panel *secondary skin* untuk menghalang dan mengarahkan angin (Yeang, 1994)

Penempatan teras dengan penggunaan panel - panel pelindung pada bagian luar bangunan dapat mengurangi panas matahari. Ruang transisi sebaiknya pada bagian tertentu dilindungi oleh sirip - sirip atap yang mendorong angin masuk kedalam bangunan, desain ini juga berfungsi sebagai *wind-scoops* untuk mengendalikan penghawaan alami. *Secondary skin* seperti menutupi bangunan, tetapi dapat dibuka pada waktu yang dibutuhkan. Pada daerah tropis *Secondary skin* bisa menjadi *cross ventilation* sebelum masuk pada ruang dalam untuk kenyamanan udara dalam bangunan.



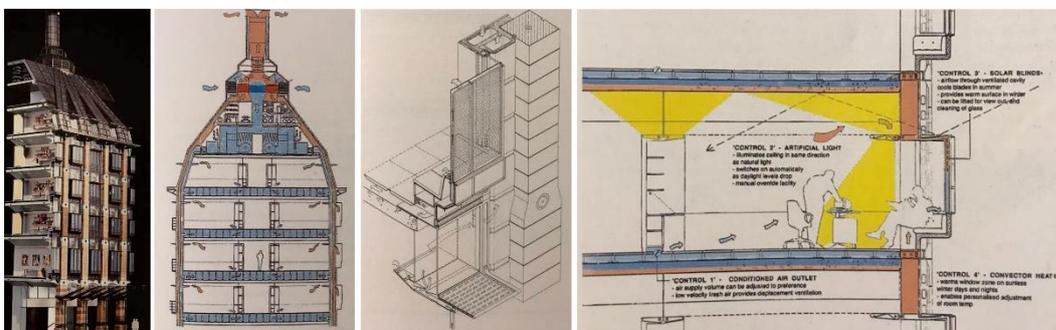
Gambar 2.36 Kolaborasi *Secondary skin* berupa vegetasi dengan *shading* untuk mengarahkan dan menyaring angin dan penerapan ruang transisi pada menara Mesiniaga berupa *wind-breaker* sebagai pemecah angin (Yeang, 1994)

Misalkan pada menara Mesiniaga terlihat bagaimana bangunan mengelola angin melalui bukaan yang lakukan bertujuan untuk mengarahkan angin ke area yang dibutuhkan yaitu ke arah *wind-catcher*, dan memecah angin yang berlebih melalui bentukan *wind-breaker*. Sementara lubang-lubang yang diciptakan sebagai penyaring angin, dan tetap dimanfaatkan sebagai ruang dengan vegetasi. Ruang transisi dapat berkembang menjadi ruang yang mengadaptasi lingkungannya, seperti penggunaan elemen penghalangan sinar matahari atau aliran angin dengan menggunakan panel alumunium yang tertutup *massive* atau menggunakan vegetasi vertikal yang dapat menyaring cahaya matahari atau aliran angin.



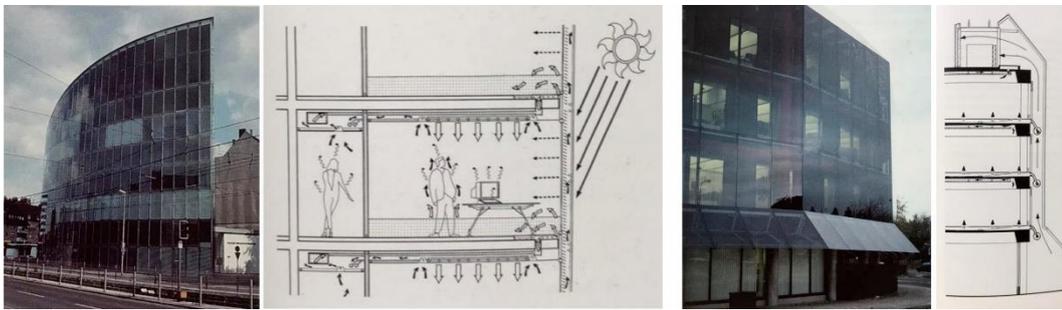
Gambar 2.37 Vertikal lansekap pada *sky-court* sebagai penyaring angin (Yeang, 1999)

Tumbuhan dan lanskap digunakan tidak hanya untuk kepentingan ekologis dan eastetik semata, tetapi juga membuat bangunan menjadi lebih sejuk. Ken yeang (1994), mengatakan ruang transisi menjadi sangat fungsional, dan betul bermanfaat untuk penghuninya secara aktif, dimana secara pasif fungsi ruang untuk mengarahkan angin, dan secara aktif ruang tersebut berupa *sky-court* dan sebagai *wind-driven* dalam bangunan.



Gambar 2.38 Fasad dengan ventilasi berongga pada bangunan parlemen di Westminster, London (Compagno, 1995)

Desain fasad dengan ventilasi berongga bertujuan untuk mengontrol suhu termal bangunan dan mengurangi kebutuhan energi dengan memanfaatkan rongga pada ventilasi. Fasad dengan ventilasi berongga menggunakan material beton untuk struktur utama dan jendela berlapis kaca *low-e* yang tertutup, hal ini dilakukan untuk alasan keamanan dan isolasi akustik. Instalasi penanganan udara disuplai melalui ventilasi di bagian belakang ruangan dan ditarik kembali melalui lubang yang terletak di bagian bawah jendela untuk memastikan *cross ventilation* terapkan di dalam ruangan dan mengurangi pemanasan yang disebabkan oleh pencahayaan. Cerobong udara sebagai sarana penukaran angin dan udara dingin.



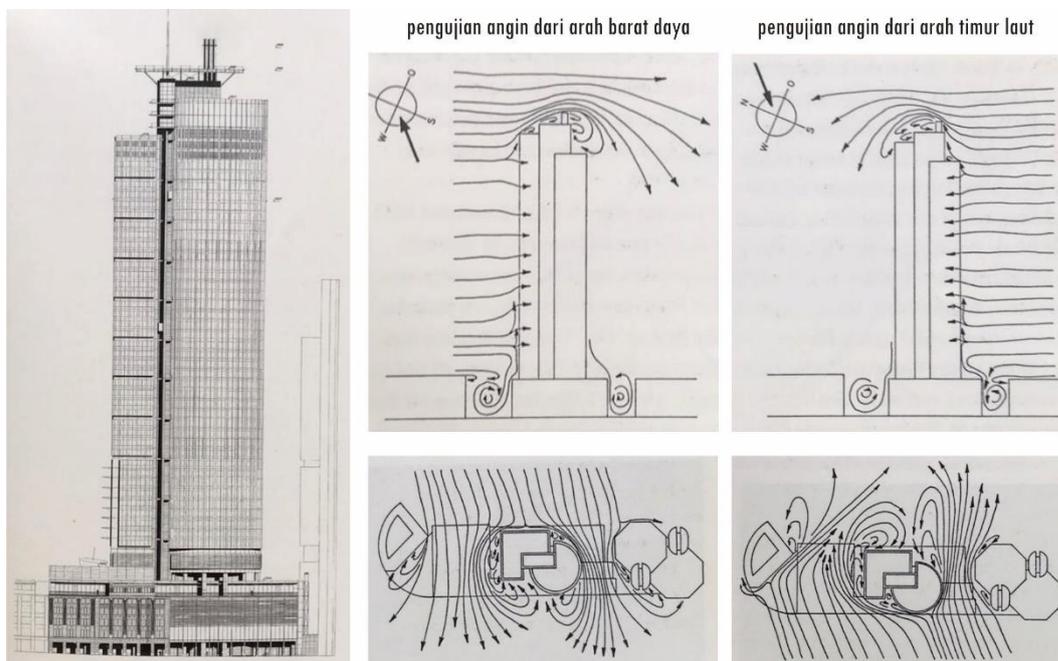
Gambar 2.39 Double skin fasad pada bangunan pusat promosi bisnis dan Teknologi di Duisburg (kiri) dan kantor Leslie dan Godwin/Briarcliff House di Farnborough, Inggris (kanan) (Compagno, 1995)

Double skin atau fasad dengan "kulit ganda" menerapkan adanya rongga antara dua lapisan fasad untuk melindungi ruang dalam dari pengaruh cuaca dan polusi udara. Ketika panas dari matahari yang diserap lalu diarahkan ke dalam rongga, menyebabkan udara naik dengan membawa udara panas. Penerapan fasad *double skin* menunjukkan bahwa sirkulasi udara dapat mengurangi hingga 25% dari panas matahari. Perbedaan antara desain fasad ventilasi berongga dengan *double skin* terletak pada cara memasukan angin melalui fasad, pada ventilasi berongga angin dimasukan melalui ventilasi dibawah jendela sementara untuk *double skin* angin masuk melalui bukaan pada lantai bawah dan masuk melalui rongga di antara kulit bangunan, kedua fasad ini sama-sama menyalurkan angin melalui plafon dan lantai untuk di arahkan pada ruang yang membutuhkan.

2.3.2 Mengelola Bentuk dan Orientasi Bangunan dengan Ruang Transisi

Seperti yang dijelaskan pada bangunan hemat energi, peran bentuk bangunan sangat berpengaruh pada pergerakan angin, lalu bagaimana ruang transisi

mengelola bentuk dan orientasi bangunan, seperti yang dilakukan pada gedung Hessische Landesbank yang menerapkan fasad *double skin* untuk ventilasi alami di gedung, dan sebelum menentukan jenis ventilasi yang digunakan tes aliran udara dilakukan pada bentuk bangunan dan orientasi bangunan, dengan melihat arah angin datang pada bangunan akan menghasilkan aliran angin tenang sehingga dengan kemungkinan terjadinya terowongan angin di sekitar bangunan, dari eksperimen tersebut menghasilkan desain bentuk yang berbeda dan untuk memberikan gambaran yang tepat jenis ventilasi yang digunakan. Eksperimen ini juga membantu menentukan apakah pasokan udara memadai.

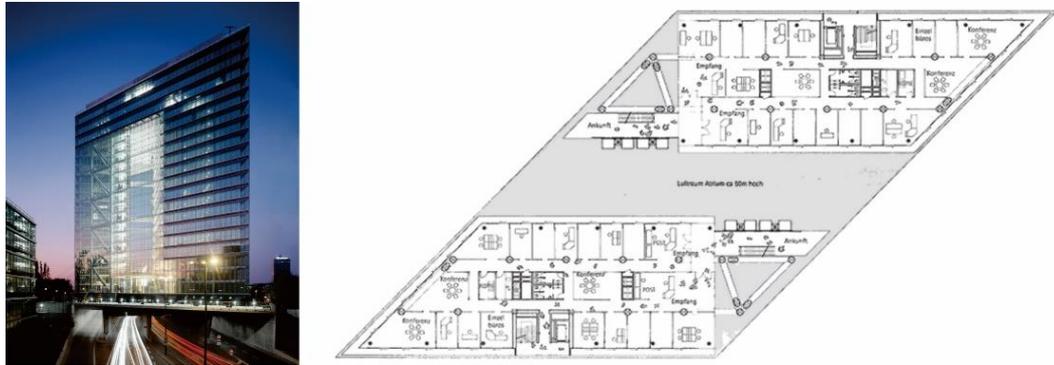


Gambar 2.40 Bentuk dan orientasi bangunan terhadap arah angin pada bangunan kantor Hessische landesbank di Frankfurt (Compagno, 1995)

Selanjutnya pada gedung Düsseldorf Stadttor setinggi 70 m terdiri dari dua menara 20 lantai, dihubungkan oleh tiga lantai paling atas. Bentuk bangunan ruang transisi yang merespon penghawaan alami terletak pada atrium setinggi 50 m di tengah bangunan. Atrium ini akan sangat berfungsi untuk mengontrol termal dalam bangunan dari kedua pilar bangunan. Bentuk bangunan yang miring dan jajargenjang untuk merespon angin datang, agar rasio area bangunan yang menerima angin lebih banyak.

Ventilasi fasad dengan lubang besar menjadi bentuk ruang transisi untuk tujuan pendinginan, pengguna gedung dapat mengoperasikan elemen pendingin

pada langit-langit ruang yang disuplai dengan udara sejuk. Dibandingkan dengan kebutuhan pendinginan buatan pada kantor pada umumnya, desain ini dapat mengurangi 50% dari kebutuhan energi.

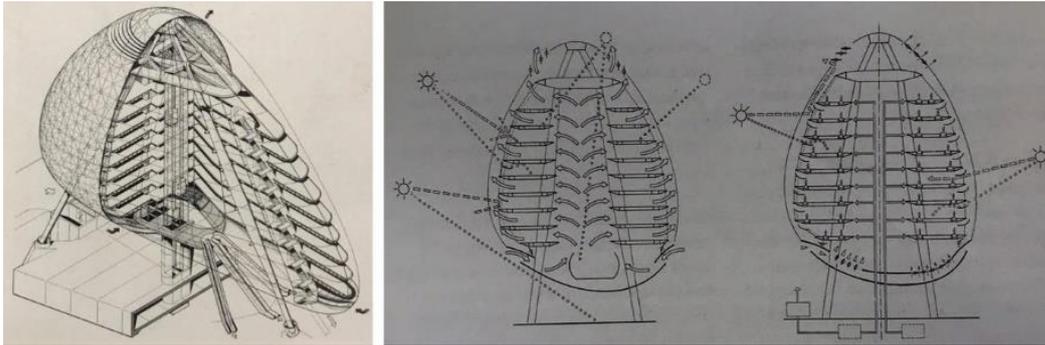


Gambar 2.41 Ruang transisi mempengaruhi bentuk bangunan pada gedung Düsseldorf Stadttor (Compagno, 1995)

Proyek bangunan penelitian yang dirancang oleh Future Systems, Jan Kaplicky dan Amanda Levete mencoba menerapkan *green building* untuk mengurangi kebutuhan akan pendingin udara buatan. Desain ini berbentuk telur atau selubung yang melengkung untuk merespon aliran angin agar mengitari bangunan dan menggunakan struktur konstruksi berkaki tiga seperti tripod pada kamera untuk menampung kegiatan atrium segitiga di bawah bangunan inti sebagai sirkulasi angin. Bangunan ini juga menggunakan fasad *double-skin* untuk melindungi dari kebisingan, asap knalpot dari jalan dan terutama untuk mengoptimalkan ventilasi alami.



Gambar 2.42 Bentuk telur dan kaki tripod untuk merespon aliran angin di selubung dan atrium pada bangunan proyek penelitian bangunan hijau 1990 (Compagno, 1995)



Gambar 2.43 Sistem pengelolaan angin pada bangunan proyek penelitian bangunan hijau 1990 (Compagno, 1995)

Cara kerjanya memanfaatkan udara panas matahari di atrium naik dan digantikan oleh udara segar yang masuk melalui lubang di bawah bangunan. Pada saat yang sama udara hangat naik di rongga fasad lalu keluar melalui ventilasi di atas gedung. Membuka jendela akan menyebabkan tekanan rendah di rongga fasad menarik udara dari atrium menghasilkan ventilasi silang. Lantai disini juga berfungsi untuk kontrol termal untuk menerima panas di siang hari dan mengeluarkan panas tersebut pada malam hari ketika udara dingin.

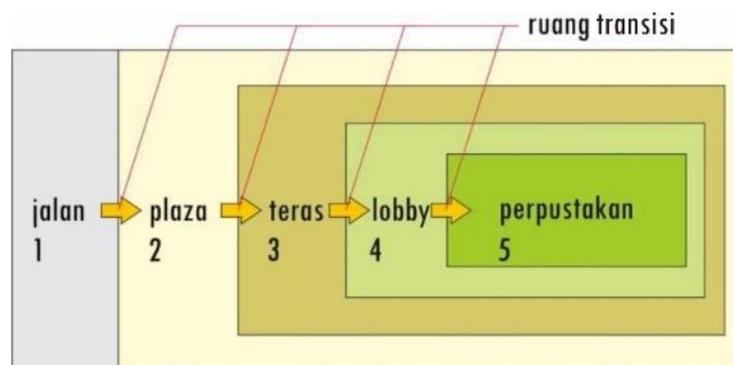
Bentukan bangunan dengan menggunakan ruang transisi akan sangat mempengaruhi penggunaan angin untuk mencapai bangunan hemat energi, seperti yang telah disampaikan Yeang (1999), sebuah bangunan dilihat dari dua aspek, yaitu aspek fisiknya (bentuk, tapak dan struktur) dan aspek fungsionalnya (sistem dan operasi) melibatkan struktur yang dibangun dalam hubungan bangunan dengan lingkungan alam yang berlangsung dari waktu ke waktu. Dengan mengolah bentuk dan orientasi maka akan menentukan keberlanjutan bangunan.



Gambar 2.44 *Roof garden* dan *sky-court* membuat habitat baru pada bangunan (Yeang,2006)

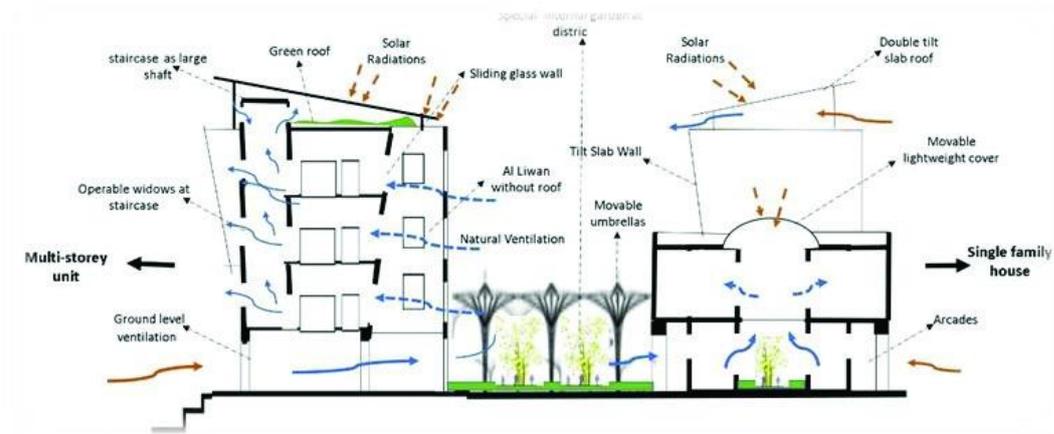
2.3.3 Mengelola Penataan Ruang dengan Ruang Transisi

Secara implisit, konsep ruang transisi memungkinkan terjadinya perubahan di masa mendatang, perkembangan dapat fleksibel tergantung pada unit/ruang masing-masing bangunan (Habraken, 1981). Perletakan ruang transisi dalam bangunan semakin tidak terlihat secara jelas karena ruang transisi merupakan ruang adaptasi terlebih jika difungsikan dengan baik, misalnya antara ruang keluarga pada rumah tinggal yang berdekatan dengan kamar mandi, sedikit antara kedua ruangan ini adalah ruang transisi, apabila ruangan ini difasilitasi dengan wastufle kecil dengan kaca, maka ruang transisi ini menjadi *dressing room* kecil. Ruang transisi merupakan *space* diantara setiap ruang yang berbeda, bahkan sejauh mana suatu *space* yang mampu mengartikulasi fungsinya sendiri dan bermanfaat, walaupun berada di antara ruang yang memiliki fungsi yang sama merupakan penerapan ruang transisi.



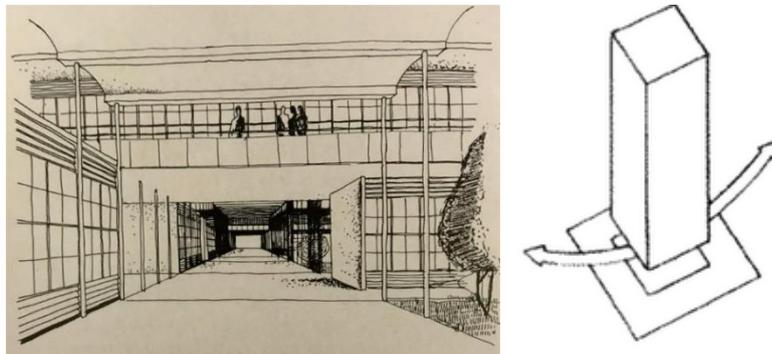
Gambar 2.45 Perletakan ruang transisi pada bangunan

Seperti pada proyek yang dikerjakan Sakini, dkk, konsep ruang transisi digunakan untuk mengelola angin dengan melihat tekanan angin masuk dan keluar dari kedua sisi ventilasi akan membelok mencari jalan lain, dengan kata lain, bergesernya ventilasi pada satu sisi mengubah kondisi tekanan pada suatu ruang. Ketika bukaan yang ada berada dalam posisi tegak lurus, maka aliran udara juga akan mengalir tegak lurus dan langsung menuju bukaan tempat keluarnya udara. Di sisi lain, apabila aliran udara menyerong, maka gerakan udara akan memantul ke dinding dan menuju bukaan tempat keluarnya udara. Inilah mengapa udara yang menyerong dikatakan lebih baik dibandingkan dengan gerakan udara yang tegak lurus, karena aliran udara yang menyerong akan membuat aliran udara di dalam ruang lebih merata jika dibandingkan dengan aliran udara yang tegak lurus.



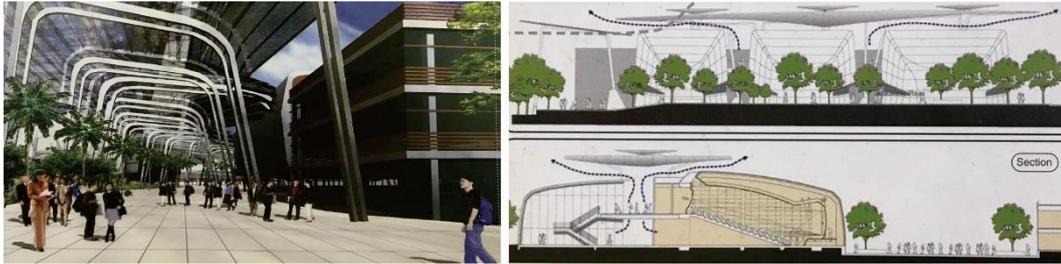
Gambar 2.46 Sistem ventilasi baru untuk bangunan hunian di Aleppo (Salkini et al, 2016)

Salkini, dkk (2016), mengungkapkan dimana salah satu strategi pengelolaan ruang transisi pada elemen arsitektur bioklimatik adalah ruang transisi berfungsi untuk melindungi dinding dari penetrasi matahari dan memungkinkan menyerap radiasi matahari di musim dingin, fasad berfungsi untuk menangkap angin sejuk. Elemen desain yang berkontribusi banyak pada ruang transisi seperti pilar-pilar, lorong-lorong, halaman, kolam, bukaan seperti pintu, jalur, teras, taman, teralis jendela, pergola, serambi, lobi dll. Jika tidak ada ruang yang ditentukan maka beberapa elemen di atas dapat membuat ruang fungsional dengan sendirinya.



Gambar 2.47 Ruang transisi berupa koridor yang menghubungkan keseluruhan bangunan dengan *courtyards* (Doxiadis, 1963) dan atrium untuk mengarahkan angin (Yeang, 1994)

Selanjutnya dengan perletakan ruang transisi ketika masuk bangunan berupa koridor dan atrium. Ruang ini dapat menjadi ruang antara ruang dalam dan ruang luar bangunan atau penghubung ruang. Menurut Yeang, lantai dasar untuk bangunan tropis seharusnya lebih terbuka keluar dan menggunakan ventilasi yang alami karena hubungan lantai dasar dengan jalan juga penting. Fungsi atrium dalam ruangan pada lantai dasar dapat mengurangi tingkat kepadatan jalan.



Gambar 2.48 Atrium sebagai tempat pertemuan pengguna yang menjadi ruang indoor tapi dengan suasana outdoor untuk memanipulasi fungsi ruang sebagai pengelolaan angin dan kegiatan penggunanya (Hamzah & Yeang, 2001)

2.4 Sintesa Kajian Pustaka

Dari kajian pustaka dan kajian teori yang telah diuraikan, dihasilkan beberapa sintesa kriteria untuk pembahasan dalam studi preseden dan sebagai acuan dalam desain serta analisis perancangan perpustakaan universitas hemat energi pada dengan konsep ruang transisi, berikut beberapa sintesa yang di dapatkan.

Perpustakaan universitas berbeda dengan perpustakaan pada umumnya, aktivitas perpustakaan ini lebih kompleks, karena bangunan tidak hanya menampung buku tetapi juga sarana ruang kreatif bagi mahasiswanya. Penerapan sistem operasional *close access* akan memisahkan kegiatan kreatif yang mungkin beresik dengan ruang bagi pembaca yang membutuhkan ketenangan, sehingga antara kegiatan kreatif dengan kegiatan membaca tidak terganggu. Sistem *close access* ini juga memisahkan ruang terbuka dan tertutup, hal ini dilakukan untuk pengelolaan penghawaan alami yang memerlukan ruang yang terbuka, sementara ruang perpustakaan seperti ruang penyimpanan buku membutuhkan ruang tertutup untuk keamanan buku.

Pengelolaan angin pada perpustakaan Universitas Tadulako sebagai wujud penghematan energi dengan menerapkan konsep ruang transisi, penggunaan atau pemanfaatan ruang transisi secara akurat dapat meningkatkan efisiensi energi yang lebih baik dibanding ruang yang sifatnya standar dalam bangunan atau bangunan yang menggunakan penghawaan buatan. Ketika arsitek berbicara tentang orientasi bangunan, bentuk bangunan, organisasi ruang, topografi atau lanskap maka mereka harus mempertimbangkan ruang transisi sebagai salah satu aspek dalam desain bangunan sebagai upaya penurunan suhu pada bangunan yang beriklim tropis.

Pengelolaan angin akan mengeksplorasi ruang transisi dengan kajian teori pengelolaan angin terhadap bangunan, yaitu teori aerodinamik arsitektur. Boutet (1987) mengatakan bahwa, orientasi suatu bangunan memberikan potensi yang berbeda pada pembentukan zona tenang dan *wind exposure*. Bangunan dengan bentuk U dan T memiliki panjang aliran eddy dan zona tenang yang sama, namun orientasi bangunan memberikan potensi *wind exposure* yang berbeda. Pada bangunan U dan T dengan orientasi 180° memberikan potensi *wind exposure* lebih besar karena sisi bangunan yang terkena langsung hampasan angin lebih besar dibandingkan orientasi lainnya. Bangunan sebagai objek penghalang aliran udara akan membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati di sekitarnya. Aliran udara yang terpecah akan menciptakan aliran berputar pada sisi *windward* dan *leeward* sebagai zona tenang. Bentuk bangunan silinder meneruskan aliran udara tanpa menghasilkan aliran turbulensi karena tidak memiliki area muka bangunan yang menghalangi aliran udara.

Menurut Lechner (2002), untuk daerah iklim tropis lembab pengaturan penataan bangunan tidak berbaris atau papan catur dan kemiringan 45° terhadap arah datang angin, penyejukan angin akan maksimal karena total area kulit bangunan yang terkena angin lebih banyak.

Givoni (1980) menjelaskan pada ruang yang berbentuk dasar bujursangkar, dengan bukaan ganda mengakibatkan peningkatan kecepatan angin membentuk sudut 45° dari garis bukaan tersebut. Dengan adanya *wing-wall*, kecepatan angin di dalam ruang menjadi lebih besar. Apabila panjang *wing-wall* diperpanjang lagi, kecepatan angin akan lebih meningkat. *Overhang* yang terletak di atas bukaan inlet bertujuan untuk mengarahkan aliran udara ke interior sehingga meningkatkan efek pendinginan.

Berdasarkan hasil sintesa kajian teori di atas, strategi analisis untuk mengkaji pengelolaan angin, kriteria penilaian aspek-aspek teori berdasarkan sintesa teori ditunjukkan oleh :

1. Fungsi ruang dan sistem operasional perpustakaan
2. Ruang transisi pada fasad bangunan
3. Ruang transisi pada orientasi dan bentuk bangunan
4. Ruang transisi pada ruang dalam bangunan

Poin di atas merupakan prioritas dalam menyelesaikan permasalahan bangunan hemat energi pada perpustakaan yang selanjutnya menjadi pertimbangan analisa, analisis sintesa digunakan untuk menunjang teknik analisis deskriptif evaluatif terhadap bangunan perpustakaan universitas Tadulako dengan memetakan bangunan perpustakaan, penilaian desain berdasarkan potensi angin dan fungsi bangunan.

Tabel 2.5 Sintesa kajian pustaka

no	kajian	aspek	sintesa
1	Perpustakaan	Definisi	Perpustakaan universitas dalam penerapan sistem operasional menggunakan close access yang memiliki kelebihan menjaga kerapian dan keamanan buku serta memudahkan para pengunjung mendapatkan informasi. Kebutuhan ruang perpustakaan universitas lebih dinamis, dimana bentuk perpustakaan lebih terbuka untuk daya tarik pengunjung datang kembali dan menggali kreatifitas mahasiswa.
		Tipe / Jenis	
		Sistem operasional	
		Program ruang	
2	Bangunan hemat energi	Definisi	Pengelolaan angin dengan teori aerodinamik arsitektur untuk pengendalian termal dalam bangunan dan untuk mencapai bangunan hemat energi. Angin akan mempengaruhi desain bangunan, mulai dari fasad, orientasi dan bentuk, serta aliran angin di dalam bangunan
		Pengendalian thermal	
		Pengelolaan angin	
3	Ruang transisi	Definisi	Pemanfaatan ruang antara dalam dan luar bangunan serta ruang antara pengelolaan angin dan fungsi bangunan sebagai perpustakaan. Mengolah aliran angin datang dengan fasad, bentuk dan orientasi serta ruang dalam bangunan mempunyai pengaruh yang cukup besar. Dengan pembagian masa, penerapan lubang angin berupa balkon atau penerapan <i>courtyard</i> , atrium dan skycourt dengan vegetasi menjadi kontrol ruang untuk menghasilkan udara sejuk serta . Elemen desain ruang transisi, berupa kolom, lorong, halaman, kolam, ventilasi, teras, taman, teralis jendela, pergola, serambi, lobi dll. menjadi ruang fungsional dengan sendirinya dan menjadi jalur aliran angin sebagai fungsi hemat energi.
		Fasad bangunan	
		Bentuk dan orientasi	
		Ruang dalam bangunan	

2.5 Studi Kasus Arsitektur dengan Bangunan Hemat Energi

Studi kasus bertujuan untuk memperoleh kriteria desain terkait konsep ruang transisi dan aspek dalam perpustakaan Universitas Tadulako. Kerangka kajian studi disusun untuk menjadi acuan dalam mengkaji objek arsitektur. Kerangka kajian preseden meliputi:

- Penerapan desain hemat energi
- Respon fasad dengan ruang transisi terhadap aliran angin
- Respon orientasi dan bentuk dengan ruang transisi terhadap aliran angin
- Respon program ruang dalam dengan ruang transisi terhadap aliran angin

2.5.1 Studi Kasus 1 : Regent College Library

Perpustakaan ini menerapkan ruang kreatif untuk mahasiswanya baik untuk membaca buku atau mengasah kreatifitas di area taman dan ruang publik ini juga sebagai alat interaksi sosial antar pembaca dan setiap pembaca akan dapat menikmati suasana seperti yang mereka inginkan, sekaligus menjaga privasi orang lain. Pemisahan ruang baca yang sifatnya tenang yang diletakan di bawah tanah (*basement*) dengan ruang kreatif yang lebih berisik berupa taman di ruang luar merupakan strategi dari konsep ruang transisi. Memanfaatkan cerobong atau tower angin untuk menangkap udara dan dimasukkan ke area basement.



Arsitek	: Clive Grout, Walter Francl
Konstruksi Kaca	: Sarah Hall
Lokasi	: Vancouver, Canada
Fungsi Bangunan	: Perpustakaan

Gambar 2.49 Regent college library (Hall, 2010)

Tidak setiap ruang menggunakan penghawaan buatan, namun penggunaan penghawaan buatan diatur sesuai dengan fungsi ruangnya, beberapa ruang menggunakan penghawaan alami sehingga energi lebih efisien.



Gambar 2.50 Ruang transisi berupa taman di atas perpustakaan pada Regent college library (Regent collage library, 2010)

Tambahan struktur beton yang berlubang untuk menampilkan banyak *skylight* sebagai pencahayaan alami untuk ruang bawah tanah sebagai perpustakaan. *Windtower/Windcather* dimana elemen ini berfungsi sebagai penangkap angin sebagai penghawaan alami. Suhu udara di ruangan di atur melalui plafond setiap lantai sebagai penghawaan alami untuk mengatur kondisi termal ruang, karena bangunan merupakan bangunan basement



Gambar 2.51 Pencahayaan dan penghawaan ruang baca dari *windtower* (Regent collage library, 2010)

Tabel 2.6 Tinjauan hemat energi pada Regent college library

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Tower angin untuk menangkap angin dan menyalurkan melalui ventilasi di bawah dinding bangunan • Pencahayaan alami melalui <i>skylight</i>
Desain fasad	Fasad hanya berupa tower penangkap angin dengan ventilasi
Orientasi dan bentuk	Bentuk bangunan masih kurang efektif untuk menangkap angin, rasio angin yang masuk dalam bangunan masih terlalu sedikit
Ruang dalam bangunan	Pengaturan ruang terbuka dan tertutup sangat membantu penerapan bangunan hemat energi

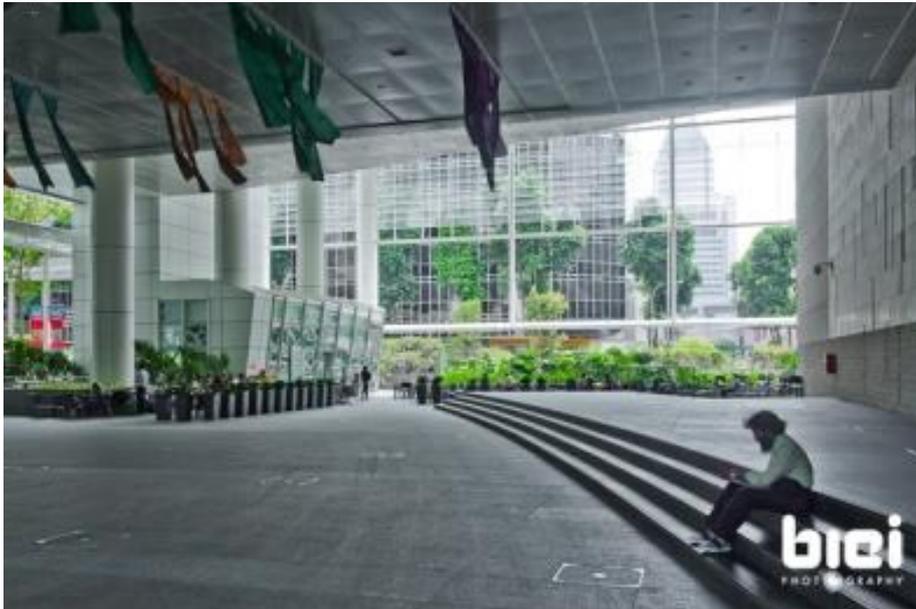
2.5.2 Studi Kasus 2 : National Library of Singapore



Arsitek	: T.R. Hamzah & Ken Yeang
Lokasi	: Victoria street, Singapore
Fungsi Bangunan	: Perpustakaan
Zona iklim	: Tropis
Zona vegetasi	: Hutan hujan
Luas lantai	: 44,087 M ²
Luas site	: 11,304 M ²
Jumlah lantai	: 15

Gambar 2.52 National Library of Singapore (Coles, 2012)

Perbedaan desain dalam hal konfigurasi ruang dengan membagi zona menjadi dua bagian, ada bagian perpustakaan dengan suasana tenang dan ruang aktivitas publik yang bising dan fasilitas ini yang bisa menarik orang, tidak hanya untuk tujuan membaca tapi juga aktivitas publik dan kreatif lainnya.



Gambar 2.53 Ruang transisi berupa atrium sebagai ruang interaksi pada National Library of Singapore (Biei, 2011)

Dua blok bangunan terpisah oleh ruang atrium dan dihubungkan oleh jembatan. Blok yang lebih besar sebagai perpustakaan yang terletak di atas plaza. Blok yang lebih kecil adalah yang menampung aktivitas bising seperti kegiatan kreatifitas.



Gambar 2.54 *Skycourt* pada National Library of Singapore (Hamzah & Yeang, 2016)

Adanya pengaturan penggunaan energi, yaitu mode pasif, mode campuran, dan mode penuh pada sekeliling selubung bangunan, hal ini dilakukan menyesuaikan dengan kondisi lingkungan pada fasad bangunan. Penggunaan material yang menyesuaikan dengan kondisi lingkungan, studi material dilakukan terkait dengan dampak material terhadap lingkungan, sehingga bangunan menggunakan material hemat energi. Kontrol cahaya dan udara melalui ventilasi dan panel kaca. Di atas plaza terdapat ventilasi berupa lempengan beton tebal sehingga cukup untuk mengarahkan udara udara. *Skycourt* pada lantai atas, sebagai *windbreaker*, *sunshading blades* dipasang di fasad bangunan untuk mencegah panas dan silau yang berlebihan. Karena elemen ini juga dapat mendinginkan udara.

Tabel 2.7 Tinjauan hemat energi pada National library of Singapore

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan shading untuk mengarahkan angin kedalam bangunan sekaligus melindungi dari paparan matahari • Panel kaca low-e agar panas dapat direduksi
Desain fasad	Fasad berupa lubang-lubang balkon sebagai ruang transisi untuk kontrol suhu sebelum aliran angin masuk ke dalam bangunan
Orientasi dan bentuk	Bentuk bangunan dibagi menjadi dua massa bangunan agar ruang atrium ditengah untuk kontrol suhu
Ruang dalam bangunan	Ruang atrium dan gedung depan adalah ruang untuk kegiatan kreatif yang cukup bising sementara gedung di bagian belakang tertutup untuk kegiatan yang lebih tenang

2.5.3 Studi Kasus 3 : Menara Boustead



Arsitek	: T.R. Hamzah & Ken Yeang
Lokasi	: 71 Jalan Raja Chulan, Kuala Lumpur
Fungsi Bangunan	: hotel / office
Tinggi	: 130 m / 427 ft
Luas site	: 29.840 M ²
Luas parkir	: 15.630 M ²
Jumlah lantai	: 31

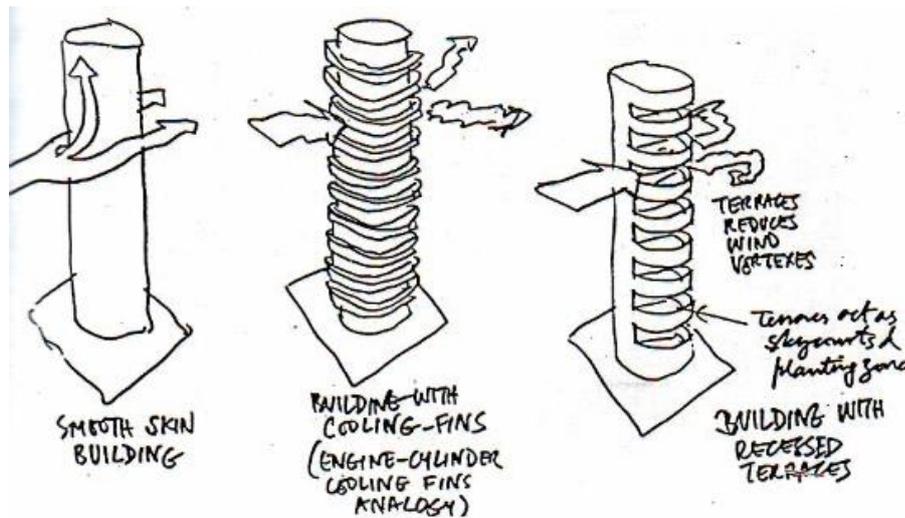
Gambar 2.55 Menara Boustead (Muliani, 2020)

Menara bousted yang notebene adalah bangunan perkantoran yang biasanya butuh banyak penerangan dan pendinginan buatan, oleh karenanya bukaan dibuat sebanyak mungkin untuk memasukan pencahayaan alami dan pendinginan alami untuk menerapkan bangunan hemat energi. Strategi ruang transisi terdapat pada batasan ruang luar dan dalam berupa balkon, pada setiap balkon diberi vegetasi (tanaman vertikal) agar membuat *smooth* pencahayaan dan pendinginan alami.



Gambar 2.56 Balkon pada Menara Boustead (Muliani, 2020)

Pengelolaan angin melalui bentuk bangunan yang melengkung untuk mengatur arah angin, fungsi balkon dengan penerapan bervariasi seperti penggunaan kaca, jendela, struktur dan tanaman, sistem ini memberikan dampak terhadap kontrol cahaya dan udara. Balkon berfungsi mengatur besar kecilnya udara yang masuk pada bangunan dengan cara memperhatikan besarnya bukaan dan pengendalian ruang balkon sebagai ruang kontrol udara serta memanfaatkan vegetasi untuk menyaring aliran angin.



Gambar 2.57 Diagram penghawaan pada Menara Boustead (Yeang, 1999)

Tabel 2.8 Tinjauan hemat energi pada Menara boustead

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrol suhu pada balkon • Penggunaan vegetasi untuk menyaring panas
Desain fasad	Fasad berupa lubang-lubang balkon sebagai ruang transisi untuk kontrol suhu sebelum aliran angin masuk ke dalam bangunan
Orientasi dan bentuk	Bentuk bangunan dengan permukaan yang melengkung untuk mengarahkan angin pada selubung bangunan
Ruang dalam bangunan	Lantai bawah yang berupa atrium dan berhubungan langsung dengan jalan

2.5.4 Studi Kasus 4 : Plaza Atrium



Arsitek : T.R. Hamzah & Ken Yeang
 Lokasi : Jalan P. Ramlee, Kuala Lumpur
 Fungsi Bangunan : Komersil
 Luas site : 10.700 M²
 Jumlah lantai : 24

Gambar 2.58 Plaza Atrium (Hamzah & Yeang, 1990)

Plaza atrium yang merupakan bangunan komersil dimana di dalam bangunan terjadi transaksi sehingga perlu ada pembagian ruang. Pada lantai *ground* dan lantai satu digunakan untuk slot-slot retail dan kegiatan perbankan dan dua

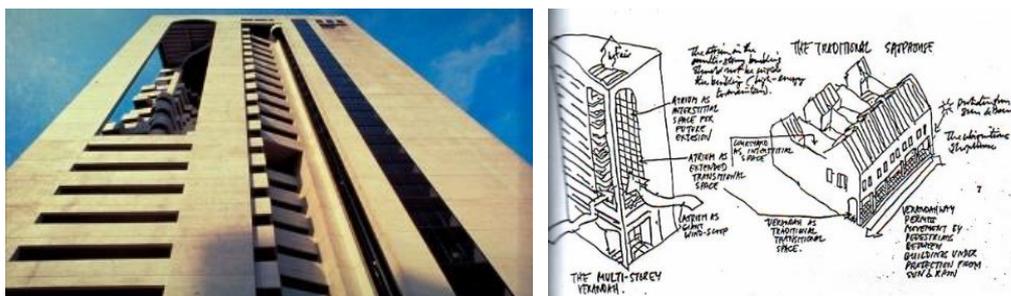
lantai terintegrasi langsung dengan bangunan parkir. Sementara untuk perkantoran diletakan pada lantai dua sampai ke lantai selanjutnya. Hal ini dilakukan menyesuaikan dengan kebutuhan akan udara dan cahaya alami, karena untuk kegiatan komersil seperti retail dan bank memerlukan pencahayaan dan pendinginan buatan, sementara untuk kegiatan perkantoran dapat menggunakan pencahayaan dan pendinginan alami.

Udara masuk melalui balkon dan pengaturannya melalui bentuk dan besaran jendela kaca, pada lantai bagian atas bangunan akan menerima pencahayaan dan pendinginan alami paling banyak, bahkan terkadang perlu mengurangnya, oleh karenanya bangunan dibuat berlubang sebagai *wind-driven* untuk menyiasati hal tersebut. Elemen balkon ini juga berfungsi untuk melindungi balkon dari air hujan.



Gambar 2.59 Penerapan ruang transisi berupa balkon yang berfungsi sebagai *windscoop* pada Plaza Atrium (Yeang, 1999)

Verandah multi-storey (ruang transisi) yang multi fungsi, selain untuk pengendalian angin dan cahaya, pengendalian angin dan matahari melalui balkon yang tersedia di seluruh lantai dan pengaturan besar kecilnya udara yang masuk di atur oleh pintu-pintu geser pada teras, Pengelolaan angin berupa *wind-scoop* yang besar dan mengarahkan angin ke lokasi yang dibutuhkan dalam bangunan.



Gambar 2.60 Diagram aliran angin pada Menara Boustead (Yeang, 1999)

Tabel 2.9 Tinjauan hemat energi pada Menara Boustead

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	• Kontrol suhu pada balkon
Desain fasad	Fasad berupa <i>wind-scoop</i> untuk mengarahkan angin bawah menuju keatas sehingga pembagian angin dapat merata pada setiap lantainya
Orientasi dan bentuk	Bentuk lubangan untuk merespon datangnya angin bangunan dibuat pipih untuk memecah angin
Ruang dalam bangunan	Pembagian fungsi ruang secara vertikal, 2 lantai d bawah untuk kegiatan parkir, di atasnya untuk kegiatan komersil dan yang pling atas adalah zona tenang untuk kantor dan perbankan

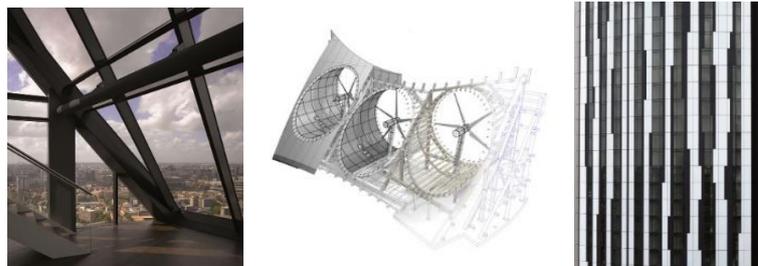
2.5.5 Studi Kasus 5 : Strata



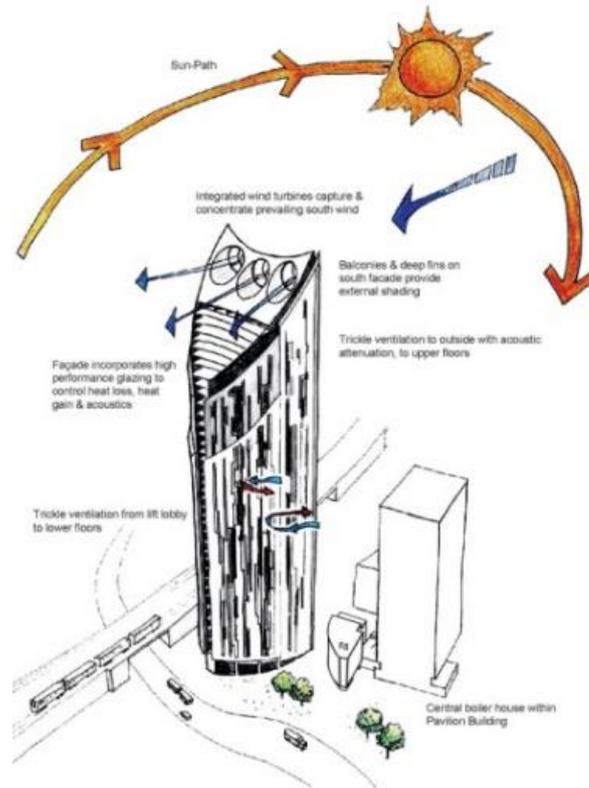
Arsitek	: BFLS
Lokasi	: London
Fungsi Bangunan	: Residential
Tinggi	: 148 m (485 ft)
Luas site	: 36,610 sg m
Jumlah lantai	: 43

Gambar 2.61 Bangunan Strata tower (Lee, 2010)

Skema bangunan mencakup bangunan paviliun lima tower yang berdekatan yang akan terdiri dari fasilitas perumahan dan ritel. Lima tower tersebut berkolaborasi dengan strata, sehingga strata tidak perlu menyediakan fasilitas tambahan tersebut, ini semacam cara ruang transisi yang diterapkan terhadap bangunan dengan bangunan lain. Pencahayaan buatan tetap digunakan, tetapi untuk dayanya menggunakan listrik dari hasil turbin angin.



Gambar 2.62 Elemen hemat energi pada bangunan Strata (Pryce, 2010)



Gambar 2.63 Diagram hemat energi pada bangunan Strata (Pryce, 2010)

Penggunaan panel kaca dan panel aluminium sebagai pengatur udara dan cahaya, kaca dikolaborasikan dengan panel aluminium solid yang membentuk lapisan terluar dan zona perantara yang berarti zona ventilasi sebagai panel pembuka udara. Tiga turbin angin berdiameter 9m (30ft) masing-masing menghasilkan 19kW dan diperkirakan menghasilkan listrik sebesar 50Mwh per tahun, kira-kira 8% dari perkiraan total konsumsi energi bangunan. Dengan tinggi dan lokasi ini, bentuk dan orientasi bangunan menyesuaikan cahaya dan angin terbaik, bentuk bangunan dirancang agar dapat memecah angin dan memfasilitasi kembali ke dalam turbin. ventilasi yang terpasang pada fasad sebagai masuknya udara alami.

Tabel 2.10 Tinjauan hemat energi pada Strata

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan tambahan energi dari turbin angin • Penggunaan kaca dan aluminium untuk material <i>low energy</i>
Desain fasad	Fasad dengan permukaan kaca low-e dan kolaborasi dengan aluminium, ini untuk mengontrol cahaya alami.

aspek	Penerapan desain
Orientasi dan bentuk	Pada bagian depan fasad meruncing untuk memecah angin sedangkan pada bagian belakang berbentuk cekung untuk menampung angin dan mengarahkan ke turbin angin
Ruang dalam bangunan	Kolaborasi dengan bangunan sekitar untuk menikmati fasilitas dari tiap-tiap bangunan, di dalam bangunan dilakukan pemisahan antara kegiatan umum dengan kegiatan turbin untuk menghindari kebisingan

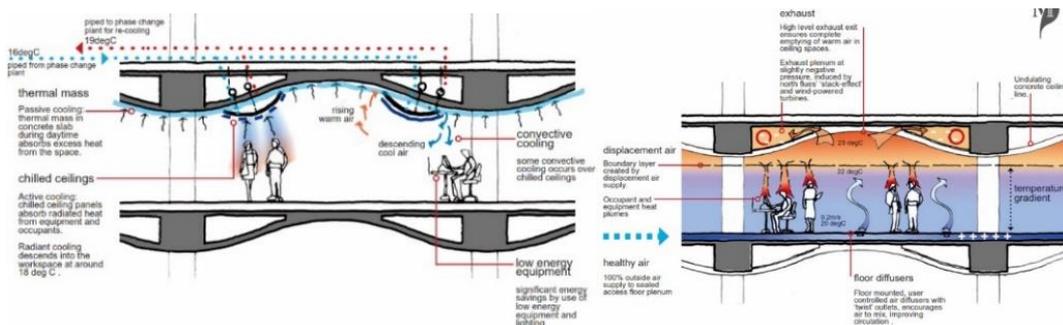
2.5.6 Studi Kasus 6 : Council House 2



Arsitek : Mick Pearce with DesignInc
 Lokasi : Melbourne VIC, Australia
 Fungsi Bangunan : Office, Residential
 Luas site : 12,536 m2 (134,940 sq ft)
 Jumlah lantai : 10

Gambar 2.64 Council House 2 (Snape, 2013)

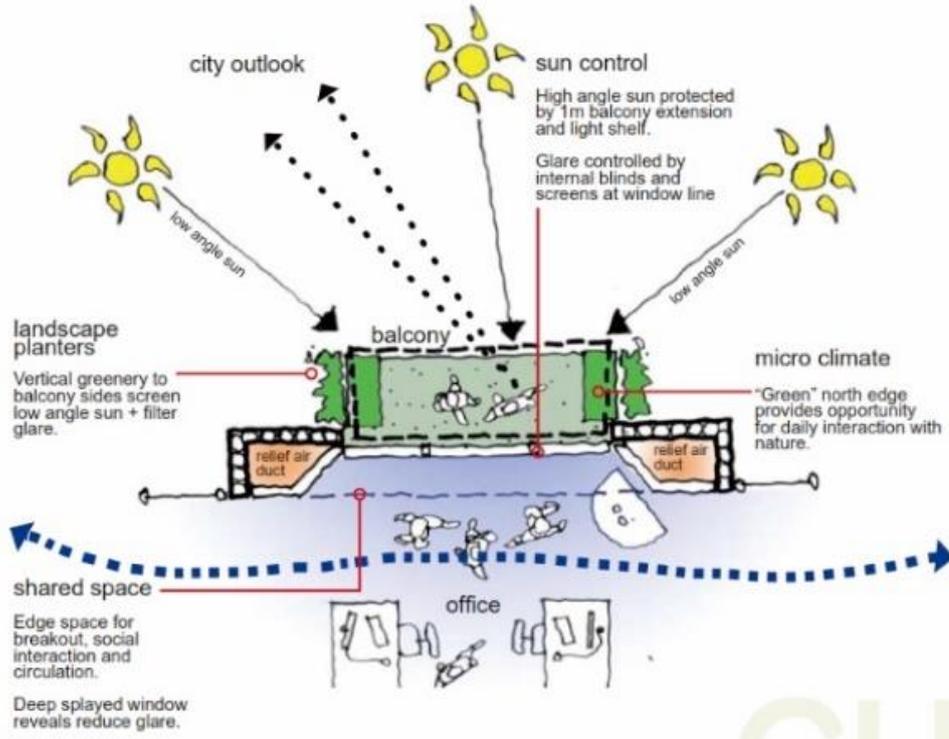
Pengaturan tinggi antara lantai tidak terlalu tinggi, *space* ini untuk penerapan *seiling* yang memberikan permainan kontur sehingga terjadi sistem penyimpanan panas, sehingga walaupun tinggi antar lantai rendah, penghuni tetap mendapatkan kenyamanan termal, dan dari segi ruang bangunan menjadi smakin efisien.



Gambar 2.65 Penghawaan alami pada Council House 2 (Pearce, 2016)

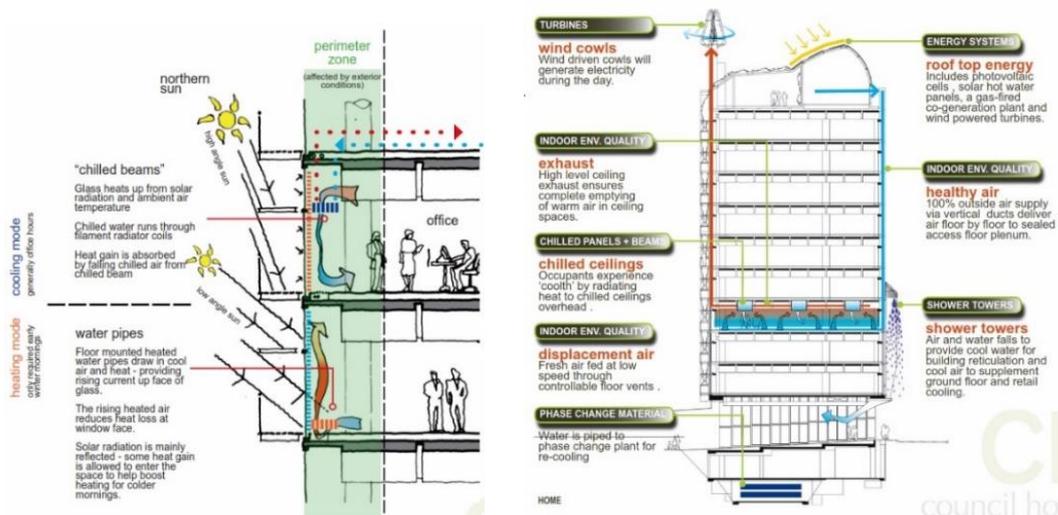
Tingkat kebisingan dan waktu dengung dianggap ideal, namun pada waktu tertentu masih kurang nyaman, hal ini disebabkan ruang yang terbuka. Kualitas udara dalam bangunan sangat baik, karena kualitas udara secara keseluruhan mencapai 100% CH2. Penggunaan material *toksistas* rendah di terapkan pada

semua perabot dan finishing serta penggunaan tanaman dalam ruangan semakin meningkatkan kualitas udara dalam bangunan.



Gambar 2.66 Pemanfaatan aliran angin dan cahaya matahari pada Council House 2 (Pearce, 2016)

Pengelolaan angin yang masuk ke dalam bangunan dikelola melalui balkon dan penggunaan elemen arsitektural agar angin yang masuk adalah angin sehat, angin masuk dari cerobong lalu disalurkan melalui plafon.



Gambar 2.67 Sistem aliran angin pada Council House 2 (Pearce, 2016)

Tabel 2.11 Tinjauan hemat energi pada Council House 2

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan plafon sebagai jalur angin • Turbin angin dan cerobong angin untuk energi dan penghawaan alami • Solar panel untuk energi tambahan
Desain fasad	Fasad dengan permukaan kaca low-e dan kolaborasi dengan alumunium, ini untuk mengontrol cahaya alami. Fasad menggunakan <i>double skin</i> untuk memasukan udara pada rongga fasad
Orientasi dan bentuk	Arah cerobong angin menyesuaikan orientasi angin, bentuk bangunan kotak namun didalamnya banyak lubang angin
Ruang dalam bangunan	Ruangan basement dan rooftop digunakan sebagai ruangan khusus untuk mengontrol udara dalam bangunan

2.5.7 Studi Kasus 7 : Manitoba Hydro

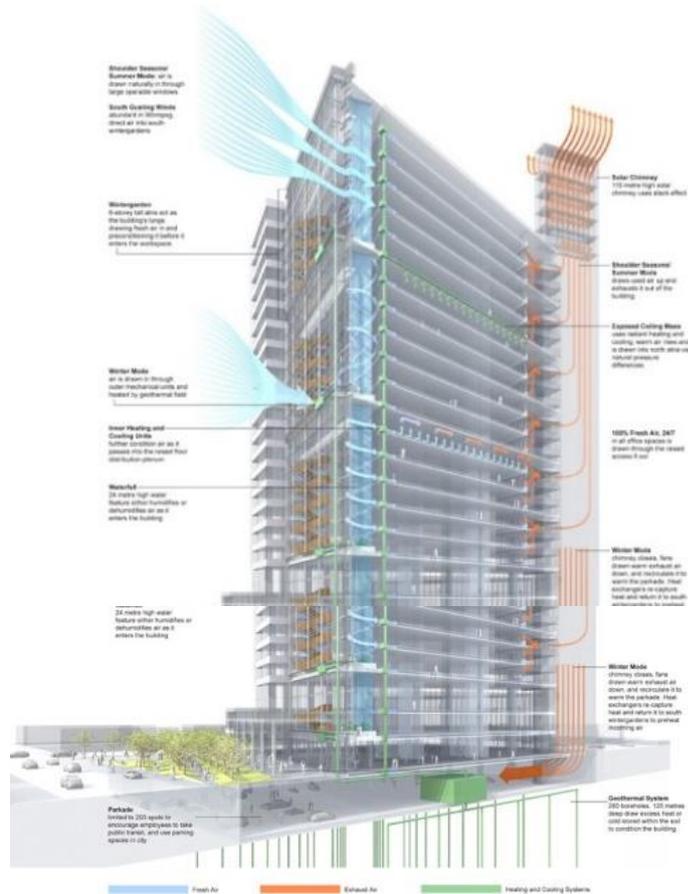
Lokasi bangunan menyesuaikan rute bus melewati dimana 80% karyawan Hydro Manitoba tinggal, hal ini dilakukan untuk merespon hubungan bangunan dengan penggunanya. Penataan ruang di dalam bangunan menyesuaikan dengan penataan utilitas bangunan, terutama elemen yang terkait dengan konsep hemat energi. Misalnya penempatan ruang *wind mills* diletakan diatas bangunan sehingga tidak mengganggu aktifitas pengguna, begitu juga dengan perletakan *wind tower* disetiap pojok bangunan, dan pemanfaatan basement sebagai ruang parkir kendaraan dan sebagai ruang *boiler* pengatur suhu dalama bangunan, semua perletakan diatur sedemikian rupa sehingga elemen tersebut betul-betul mendukung kenyamanan pengguna dan bangunan hemat energi.



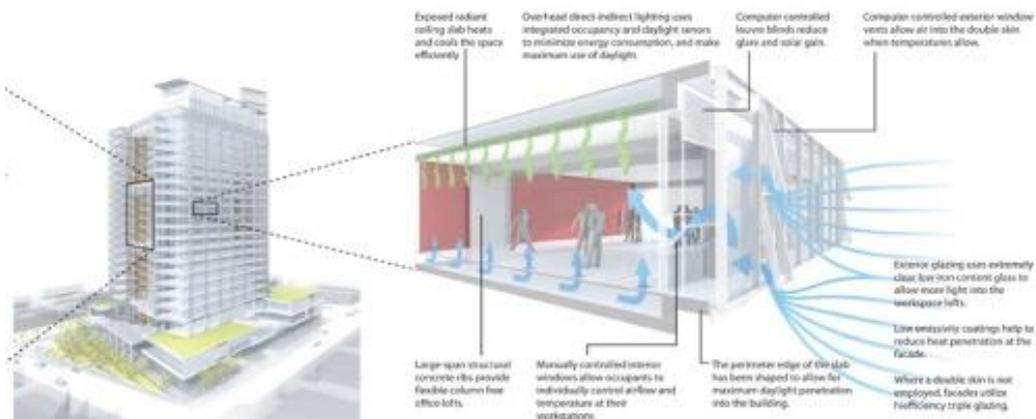
Arsitek	: Kuwabara Payne McKenna Blumberg
Luas site	: 64590.0 m ²
Jumlah lantai	: 18
Lokasi	: Winnipeg, MB, Canada
Fungsi Bangunan	: Kantor

Gambar 2.68 Manitoba Hydro (Kopelow, 2009)

Sistem dinding dalam bangunan menggunakan *double façade* yang terbuat dari kaca silikat untuk melindungi bangunan dari panas dan pendingin alami. Pendinginan berupa permainan plat lantai yang dialiri angin sehingga berpengaruh pada suhu dalam ruangan, sistem ini dinamakan *Heating+Cooling*.



Gambar 2.69 Penghawaan melalui cerobong disalurkan pada plafon di setiap lantai (KPMB architect, 2009)



Gambar 2.70 Sistem penghawaan pada Manitoba Hydro (KPMB architect, 2009)

Ruang *basement* yang berfungsi sebagai ruang parkir, tetapi juga berfungsi untuk pengendalian udara bawah tanah, baik melalui cerobong atau juga pemanfaatan air tanah yang di pompa ke dinding bangunan.

Kipas dibawah lantai sebagai pengelolaan angin panas dan dingin atau bertindak sebagai pertukaran panas dan dingin sehingga menjadi suhu sesuai dengan yang dibutuhkan oleh pengguna. Bangunan dengan orientasi fasad di utara dan membentang ke selatan untuk menerima pemaparan sinar matahari dan angin selatan secara konsisten, dengan dua cerobong sebagai penangkap angin, dan sinar matahari, cerobong yang disediakan untuk menerima angin panas dan dingin.

Tabel 2.12 Tinjauan hemat energi pada Manitoba Hydro

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	• Sistem <i>Heating+Cooling</i> yang di terapkan melalui lantai menggunakan penghawaan alami yang di kolaborasikan dengan penampungan air hujan
Desain fasad	Fasad dengan permukaan kaca low-e dan kolaborasi dengan alumunium, ini untuk mengontrol cahaya alami. Fasad menggunakan double skin untuk memasukan udara pada rongga fasad
Orientasi dan bentuk	Arah cerobong angin menyesuaikan orientasi angin, bentuk bangunan kotak namun didalamnya banyak lubang angin
Ruang dalam bangunan	Ruangan basement dan <i>rooftop</i> digunakan sebagai ruangan khusus untuk mengontrol udara dalam bangunan

2.5.8 Studi Kasus 8 : Tokyo-Nara Tower



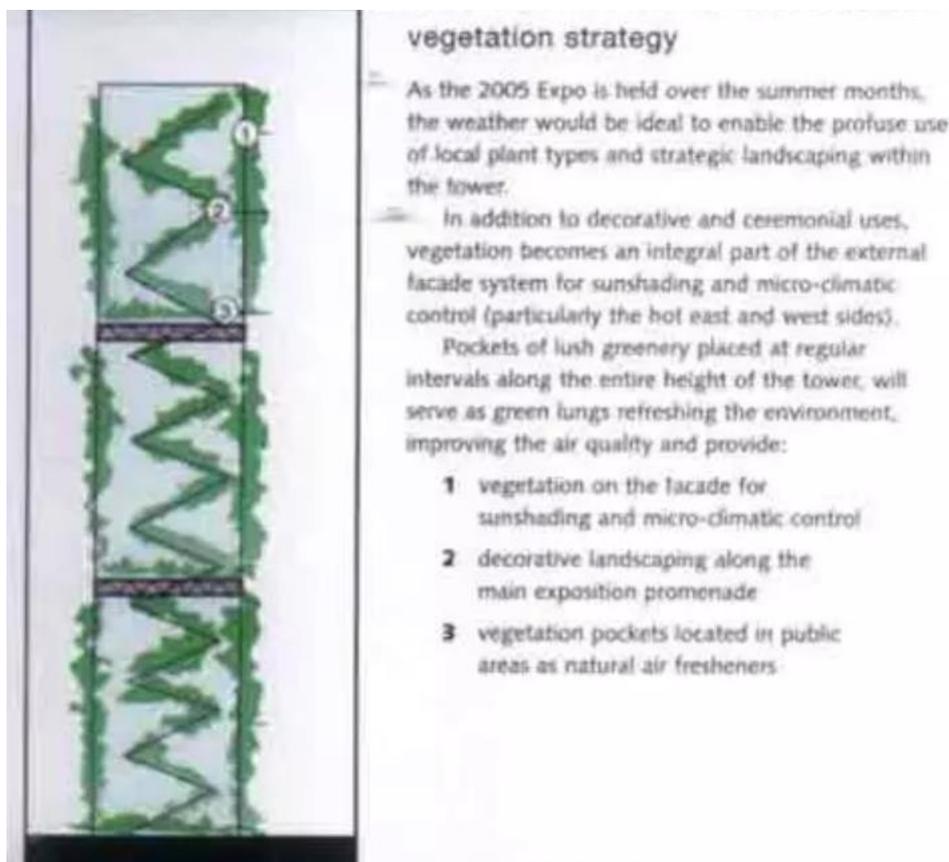
Arsitek : T.R. Hamzah & Ken Yeang
 Lokasi : antara Tokyo and Nara, Japan
 Luas site : 4.828.160 M²
 Luas lantai : 4.603.603 M²
 Jumlah lantai : 80
 Fungsi Bangunan : multi fungsi

Gambar 2.71 Tokyo-Nara Tower (Yeang, 2000)

Konsep utama pada bangunan ini tentang pengembangan lansekap vertikal yang memutarai bangunan, diletakan dipinggir bangunan pada setiap lantai dan

memungkinkan tanaman tersebut sebagai *biosystem* dan untuk keseimbangan lingkungan. Perletakan fungsi ruang mengikuti rotasi matahari yang direspon sebagai orientasi bangunan secara bentuk dan penempatan ruang, dimana pada sisi timur-barat merupakan sinar terbaik sehingga untuk tanaman diletakan dibagian ini, dan untuk matahari yang tidak terlalu panas yaitu sisi utara-selatan, untuk ruang yang banyak dihuni manusia.

Pada bidang bangunan yang menerima matahari panas menggunakan tanaman dan pelapis kaca jenis *solid glazed* dan *cladding* metal untuk melindungi panas, untuk bidang dingin dibiarkan terbuka dan menggunakan *clear glazing*. Penentu bidang panas dan dingin melalui orientasi bangunan terhadap matahari.

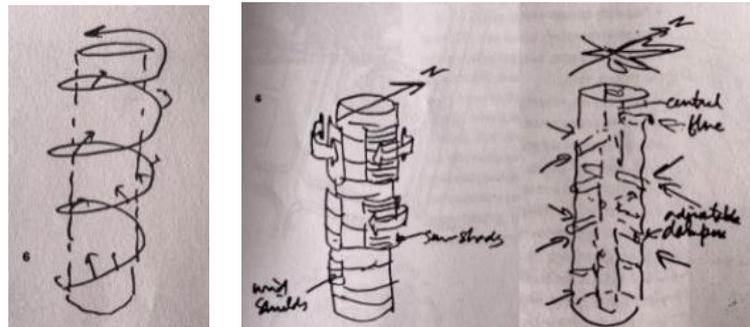


Gambar 2.72 Penerapan *secondary skin* berupa vegetasi vertikal pada Tokyo-Nara Tower (Yeang, 2000)

Penghawaan alami tersaring oleh ruang-ruang balkon yang dipenuhi vegetasi, *sun-shaades* dan *wind-shields* yang dapat digerakan secara berputar, hal ini dilakukan untuk pengendalian bentuk bangunan terhadap arah matahari dan angin membuat bangunan ini hemat energi.



Gambar 2.73 Elaborasi balkon dengan vegetasi pada Tokyo-Nara Tower (Yeang, 2000)



Gambar 2.74 Skema pengaruh perletakan *secondary skin* dengan arah mata angin pada Tokyo-Nara Tower (Yeang, 1999)

Tabel 2.13 Tinjauan hemat energi pada Tokyo-Nara Tower

aspek	Penerapan desain
Hemat energi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan lansekap vertikal yang dapat dipanen melalui sistem mekanis
Desain fasad	Fasad berlubang menyesuaikan dengan arah angin dan matahari datang, penggunaan vegetasi sebagai penyaring
Orientasi dan bentuk	Orientasi matahari dan angin menjadi acuan utama untuk bentuk bangunan, hal ini juga mempertimbangkan pertumbuhan vegetasi vertikal
Ruang dalam bangunan	Pembagian ruang berdasarkan orientasi matahari, pada bagian yang sering terpapar matahari digunakan untuk vegetasi, sementara untuk yang terbayangin digunakan untuk hunian

2.6 Sintesa Studi Kasus Arsitektur

Studi kasus arsitektur yang dibahas dengan melihat dari aspek-aspek yang telah ditentukan dapat disimpulkan bahwasannya setiap bangunan memiliki cara tersendiri untuk mencapai bangunan hemat energi, cara disini terbentuk karena adanya pertimbangan kepentingan baik itu dari fungsi bangunan atau lokasi bangunan, berikut kesimpulan strategi yang menjadi aspek penyelesaian masalah perancangan.

Tabel 2.14 Sintesa studi kasus arsitektur

Studi kasus	aspek				sintesa
	hemat energi	fasad	orientasi + bentuk	ruang dalam	
Regent collage library	Tower angin dan ventilasi di bawah dinding bangunan serta cahaya masuk melalui <i>skylight</i>	Fasad tower material kaca	rasio bentuk bangunan untuk menerima angin masih sedikit	ruang terbuka merupakan penerapan hemat energi	Strategi <u>ruang transisi</u> sangat mempengaruhi kegiatan perpustakaan dan pengelolaan angin sebagai penghematan energi
National library of singapore	<i>Shading</i> pengarah angin dan pelindung matahari serta penggunaan panel kaca low-e	Balkon merupakan ruang transisi untuk kontrol suhu	dua massa bangunan agar ruang atrium atau ruang transisi antara massa untuk kontrol suhu	Pembagian ruang yang menyesuaikan kegiatan sekaligus menjadi ruang yang memiliki keuntungan bagi bangunan	Strategi <u>ruang transisi</u> pada <u>fasad</u> memerlukan <u>device</u> elemen pasif agar maksimal, ruang transisi berkontribusi untuk <u>ruang</u> kegiatan perpustakaan dan kebutuhan bangunan untuk hemat energi
Menara boustead	Area balkon dilengkapi penggunaan vegetasi untuk menyaring panas	Balkon merupakan ruang transisi untuk kontrol suhu	Bentukan melengkung agar mengarahkan angin pada selubung bangunan	Lantai bawah yang berupa atrium dan berhubungan langsung dengan jalan	Desain <u>ruang transisi</u> mempengaruhi <u>bentuk</u> bangunan dan kegiatan yang kadang tidak diperhitungkan

Studi kasus	aspek				
	hemat energi	fasad	orientasi + bentuk	ruang dalam	sintesa
Plaza atrium	Kontrol suhu pada balkon dengan variasi bentuk yang menyesuaikan kebutuhan angin	<i>wind-scoop</i> untuk mengarahkan angin bawah menuju keatas	Bentuk pipih untuk memecah angin	Pembagian fungsi ruang secara vertikal, 2 lantai d bawah untuk kegiatan parkir, di atasnya untuk kegiatan komersil dan yang pling atas adalah zona tenang untuk kantor dan perbankan	Desain <u>ruang transisi</u> mempengaruhi <u>bentuk</u> bangunan dan kegiatan yang telah di tampung dalam bangunan
Strata	Mendapatkan tambahan energi dari turbin angin Penggunaan material <i>low energy</i> berupa kaca dan alumunium	kaca low-e ditata selang-seling dengan alumunium supaya terjadi lubang pada fasad untuk masuk cahaya alami.	fasad meruncing untuk memecah angin dan pada bagian belakang berbentuk cekung untuk menampung angin dan mengarahkan ke turbin	bangunan menikmati fasilitas dari bangunan sekitar, di dalam bangunan dilakukan pemisahan antara kegiatan umum dengan kegiatan turbin untuk menghindari kebisingan	Terapan <u>ruang transisi</u> dapat memanfaatkan hubungan <u>bangunan dengan bangunan</u> sekitar dan <u>hubungan antara ruang</u> serta <u>bentuk</u> bangunan
Council house 2	Turbin angin dan cerobong angin untuk energi dan penghawaan alami lalu disalurkan ke plafon dan solar panel untuk energi tambahan	Fasad dengan <i>double skin</i> sebagai cara memasukan udara pada rongga fasad, kaca <i>low-e</i> dengan alumunium untuk cahaya alami	Arah cerobong angin menyesuaikan orientasi angin, bentuk bangunan kotak, didalam banyak lubang angin	Ruangan basement dan rooftop digunakan sebagai ruangan khusus untuk mengontrol udara dalam bangunan	<u>Orientasi</u> angin sangat menentukan kinerja cerobong, <u>ruang transisi</u> memanfaatkan lapisan <u>fasad</u> untuk mengolah angin
Manitoba hydro	Sistem <i>Heating+Cooling</i> melalui lantai untuk penghawaan alami yang di kolaborasikan dengan penampungan air hujan	Fasad dengan <i>double skin</i> sebagai cara memasukan udara pada rongga fasad, kaca low-e dengan	Arah cerobong angin menyesuaikan orientasi angin, bentuk bangunan kotak, didalam banyak lubang angin	Ruangan basement dan rooftop digunakan sebagai ruangan khusus untuk mengontrol udara dalam bangunan	<u>Device ruang transisi</u> untuk di dalam ruangan terdpat pada plafon dan lantai sebagai ruang kontrol udara, <u>ruang</u>

Studi kasus	aspek				
	hemat energi	fasad	orientasi + bentuk	ruang dalam	sintesa
		aluminium untuk cahaya alami			<u>antara secondary skin</u> sebagai jalur angin
Tokyo-nara tower	Penggunaan lansekap vertikal yang dapat dipanen melalui sistem mekanis	Lubang pada fasad berupa balkon yang menyesuaikan arah angin dan matahari datang sekaligus unuk <i>wind breaker</i> , serta vegetasi untuk penyaring	Orientasi matahari dan angin menjadi acuan utama untuk bentuk bangunan, hal ini juga mempertimbangkan pertumbuhan vegetasi vertikal, bentuk tabung untuk aliran angin	Pembagian ruang dengan melihat orientasi matahari, pada bagian yang sering terpapar matahari digunakan untuk vegetasi, sementara untuk yang terbayangin digunakan untuk hunian	<u>Ruang transisi</u> sangat berpengaruh terhadap pengolahan <u>fasad, bentuk dan orientasi</u> serta <u>pengaturan ruang dalam</u>

2.7 Kriteria Umum Perancangan

Berdasarkan hasil sintesa pustaka dan studi kasus arsitektur, dapat disimpulkan bahwa kriteria perancangan meliputi objek perpustakaan dan konsep ruang transisi dari pendekatan bangunan hemat energi yang memanfaatkan potensi angin. Berikut adalah penekanan pada desain rancangan :

1. Perpustakaan Universitas Tadulako
 - Tata ruang perpustakaan dikembangkan berdasarkan sintesa dan analisis terhadap standar perpustakaan perguruan tinggi.
 - Sistem operasional adalah perpustakaan tertutup dimana penyimpanan buku dan pembaca terpisah, hal ini terkait keamanan buku dari pengelolaan angin
2. Pendekatan bangunan hemat energi

Bangunan hemat energi menjadi batasan dalam perancangan pada setiap poin seperti yang dipaparkan pada kajian, dan penerapan bangunan dengan respon terhadap angin digunakan untuk:

- Penghawaan alami sebagai salah satu strategi untuk pengelolaan angin yang masuk kedalam ruang, agar angin yang masuk adalah angin dengan suhu dan kecepatan yang nyaman.
- Prinsip pergerakan angin yang diterima bangunan perlu dikelola dengan elemen pasif berupa *device* pengelolaan angin.

3. Konsep ruang transisi

Pada penerapan konsep desain, parameter perancangan berfokus pada elemen desain yang berdasarkan kriteria perancangan, elemen desain tersebut antara lain :

- Fasad pada bangunan selain merespon angin untuk penghawaan alami juga harus menjadi ruang yang dapat dimanfaatkan perpustakaan
- Orientasi dan bentuk selain mempertimbangkan angin juga harus mempertimbangkan pengaruh terhadap ruang di antara elemen sekitar bangunan atau dengan sesama bangunan.
- Penataan ruang dalam memperhatikan sistem penghawaan alami dan mempertimbangkan fungsi sebagai perpustakaan.

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Pendekatan Perancangan

Pada kasus perancangan perpustakaan Universitas Tadulako, perancangan melihat dari kondisi klimatologi dimana angin di kota Palu berpotensi untuk penghawaan alami, oleh karena itu perancangan dilakukan dengan pendekatan bangunan hemat energi. Dengan berfokus pada aliran angin, strategi desain yang di usung melalui teori aerodinamik arsitektur, sehingga prinsip hemat energi di fokuskan pada pemanfaatan angin. Teori aerodinamik arsitektur akan menjelaskan bagaimana respon bangunan terhadap angin baik di dalam ataupun diluar bangunan. Bangunan dengan memanfaatkan angin sebagai penghawaan alami dan fungsi bangunan sebagai perpustakaan akan menimbulkan berbagai permasalahan perancangan, penerapan strategi desain dengan konsep ruang transisi sangat efektif dalam mengolah desain bangunan baik pada fasad, bentuk dan orientasi serta pengelolaan ruang dalam bangunan. Pengelolaan dengan memanfaatkan aliran angin yang diarahkan kedalam bangunan melalui celah pada fasad dan bentukan bangunan yang menyesuaikan orientasi arah angin sehingga aliran angin tersebut dapat menurunkan suhu pada ruang dalam bangunan.

Masalah perancangan atau *design brief* terbagi menjadi dua kategori, yaitu *well-defined problems* dan *ill-defined problems*. *Well-defined* merupakan permasalahan yang mempunyai jawaban yang jelas, aturan yang sudah ada, dan mengerti bagaimana cara menyelesaikan permasalahan tersebut, sedangkan *ill-defined* merupakan permasalahan yang belum diketahui bagaimana cara menyelesaikannya dan belum diketahui formula-formula untuk menyelesaikannya (Cross, 2000). Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Jones (1972), bahwa proses awal yang penting dari desain adalah proses analisa yang diawali dengan observasi objektif dan induktif yang didalamnya juga termasuk dan terlibat proses-proses kreatif, dan kesimpulan.

Permasalahan perancangan pada perpustakaan hemat energi adalah bagaimana agar bangunan perpustakaan memanfaatkan angin untuk pengawaan

alami yang aktivitas penggunanya membutuhkan kondisi ruang yang tenang. Dengan semakin banyaknya ruang terbuka maka semakin besar juga kemungkinan penghawaan alami dapat diterapkan, namun hal ini rentan terhadap suara bising, kecepatan angin yang masuk bangunan terlalu besar dan ruang buku yang tidak dapat menerima penghawaan alami karena dapat merusak buku. Agar bangunan perpustakaan Universitas Tadulako dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan tetap menerapkan hemat energi dengan pemanfaatan angin sebagai penghawaan alami maka rancangan perpustakaan harus memperhatikan prinsip teori aerodinamik arsitektur yang dapat diterapkan pada konsep ruang transisi.

Bangunan adalah objek penghalang aliran udara dan dapat membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati, fasad dengan *double skin* atau *device wind-stering*, orientasi bangunan mengarah pada angin datang, bentuk yang mampu mengolah angin agar masuk dengan nyaman pada ruang dalam serta pengaturan ruang dengan ventilasi silang atau kontrol suhu dengan *courtyard*. Dengan begitu bangunan akan lebih efisien untuk penggunaan penghawaan buatan. Fasad, orientasi dan bentuk serta penataan ruang dalam akan berkontribusi untuk menurunkan suhu dalam bangunan dengan konsep ruang transisi.

Dari penjelasan tersebut, permasalahan perancangan termasuk dalam kriteria *well-define problem* dan *ill-defined problems*. Strategi penyelesaian desainnya sudah diketahui menggunakan pendekatan bangunan hemat energi, namun belum secara detail menjelaskan penyelesaiannya terutama penerapan konsep ruang transisi pada bagian fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam bangunan yang efektif untuk fungsi perpustakaan.

Proses rancangan digunakan untuk membantu menyelesaikan masalah perancangan. Proses rancang dapat berupa teknik, cara, alat, dan prosedur dalam rangkaian perancangan (Cross, 1994). Pemilihan proses perancangan yang menjadi acuan dalam perancangan adalah proses rancang *force-based methods* (Plowright, 2014), pemilihan proses rancang ini berdasarakan permasalahan desain yang sesuai dengan *contex/culture/needs* dan pada setiap tahapan proses rancangan *force* dilakukan secara berulang-ulang (*iterative*) untuk menyelesaikan *ill-defined problems* dan *well-define problem*. Pemilihan metode rancang umumnya

berdasarkan pada kebutuhan dan permasalahan perancangan yang dihadapi baik dari faktor non-formal atau faktor eksternal, faktor non-formal tersebut merupakan kualitas atau persyaratan seperti standar perpustakaan perguruan tinggi dan sistem operasional perpustakaan, sementara faktor eksternal bisa diartikan sebagai batasan, asset, aliran, tekanan dan peluang seperti aliran angin atau pencahayaan matahari yang digunakan sebagai faktor dalam menetapkan dalam pengambilan keputusan analisa rancangan dan eksplorasi rancangan bangunan hemat energi.

Proses perancangan perpustakaan universitas Tadulako dengan konsep ruang transisi akan menerapkan proses perancangan *force-based methods* yang memiliki karakteristik berpusat pada kualitas yang ditentukan atau ingin dituju. *Force-based methods* memiliki serangkaian urutan kerangka kerja, yaitu *contex/culture/needs - identify force, propose forms-refine-assemble* untuk eksplorasi dan evaluasi kemudian yang terakhir *proposal* untuk keputusan desain.

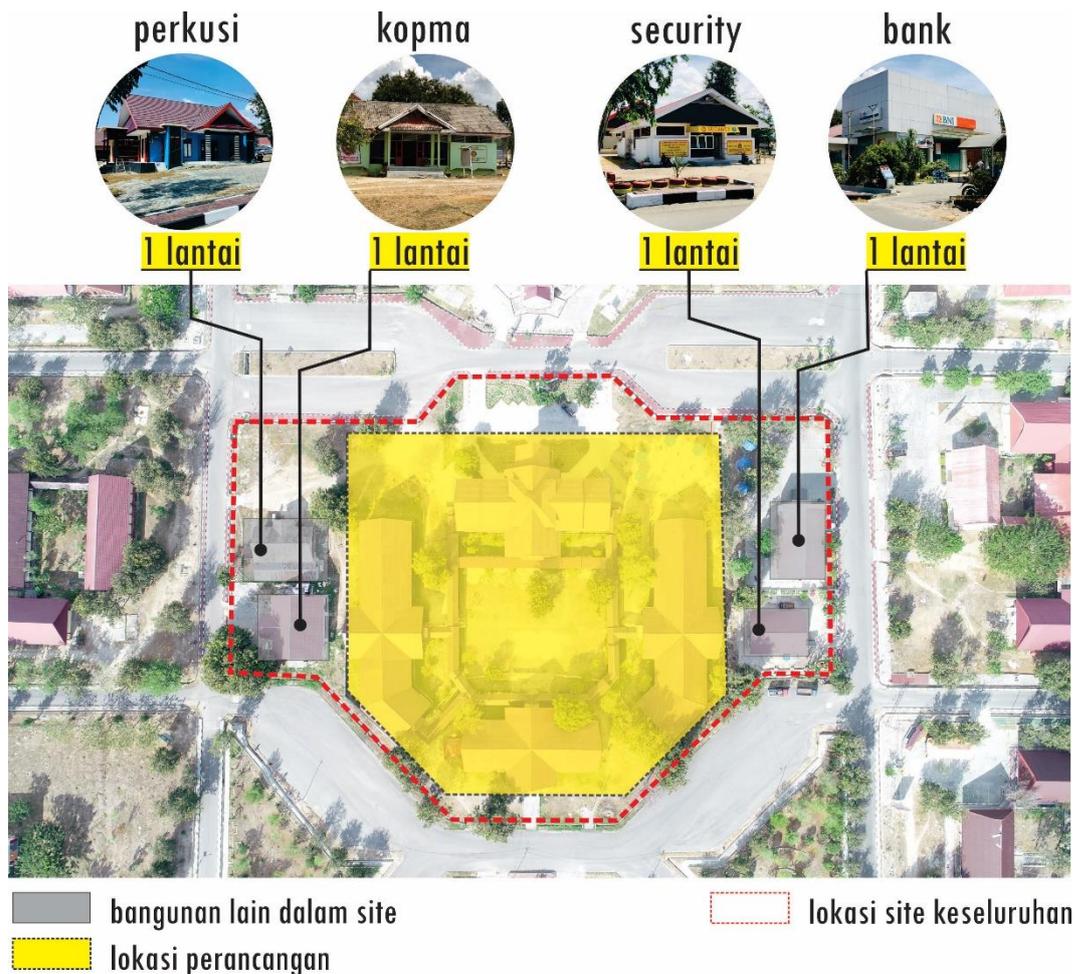
3.2 Objek Perancangan

Objek perancangan berupa perpustakaan dengan penerapan bangunan hemat energi, lokasi Universitas Tadulako dipilih karena kebutuhan akan minat baca mahasiswa yang semakin berkurang baik karena ketersediaan tempat maupun fasilitas yang diberikan masih belum sesuai dengan perpustakaan yang khusus untuk universitas atau hanya sebagai tempat penyimpanan dan peminjaman buku saja, sementara Universitas Tadulako merupakan universitas terbesar di Sulawesi Tengah yang menjadi tolak ukur kemajuan pengetahuan dan belum menerapkan bangunan yang hemat energi. Dari isu bangunan hemat energi, kota Palu saat ini tengah bergelut dalam pengembangan kotanya yang merupakan kawasan ekonomi khusus (KEK), sementara ketersediaan energi kota masih belum mencukupi kebutuhan, perancangan perpustakaan mencoba menawarkan alternatif yang bangunan hemat energi untuk menyelesaikan permasalahan perancangan.

Bangunan perpustakaan masuk dalam klasifikasi perpustakaan perguruan tinggi dengan perencanaan desain *groundscrapers* atau gedung yang luas untuk menampung kegiatan pada ruang terbuka. Berdasarkan data dari Rencana tata ruang kota Palu (RTRW) yang berlaku pada tahun 2010-2030 tentang pedoman teknis rencana umum pengaturan bangunan di kota Palu, menyatakan ketentuan umum

peraturan zonasi untuk pusat kegiatan terpadu dan zonasi untuk sub pusat pelayanan kota (pasal 71 huruf b) dan peraturan zonasi pusat kegiatan pemerintahan, bangunan perpustakaan memiliki ketinggian maksimal 12 lantai.

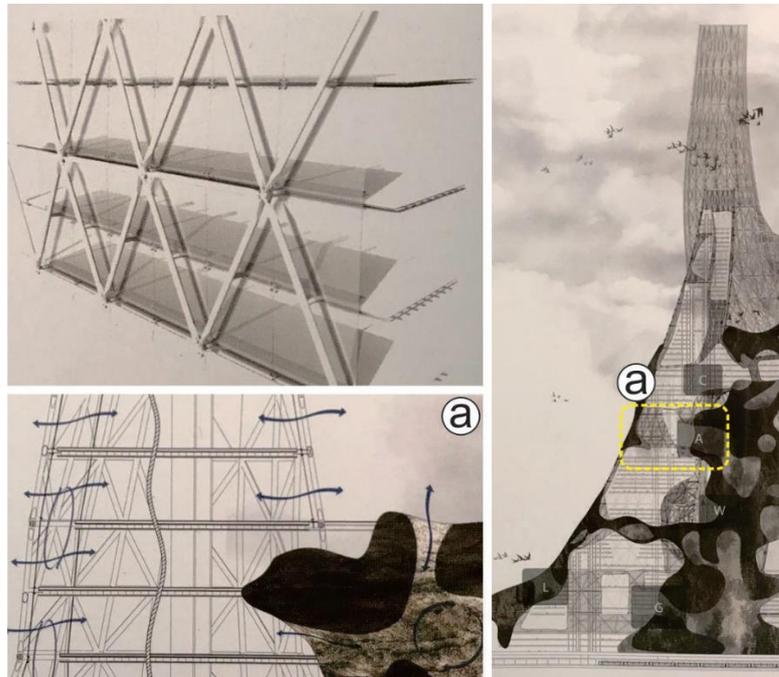
Luas lahan yang telah disediakan seluas 16.485 m², dimana seluruh area ini memang disediakan untuk area perpustakaan Universitas Tadulako, namun saat ini telah ada beberapa fasilitas penunjang yang telah dibangun pada lokasi tersebut berupa bank dan bangunan perkusi, koperasi mahasiswa, bank BNI, dan bangunan keamanan (*security*). Lokasi ini tepat berada di tengah universitas, seperti yang dikatakan Thompson (1989), perpustakaan universitas sebaiknya menempati lokasi utama (*central*) di kampus yang mudah diakses dari jalan raya utama dan terpusat pada kegiatan kampus dan parkir kendaraan dapat berkolaborasi dengan perencanaan kampus.



Gambar 3.1 Lokasi perancangan dan bangunan sekitar

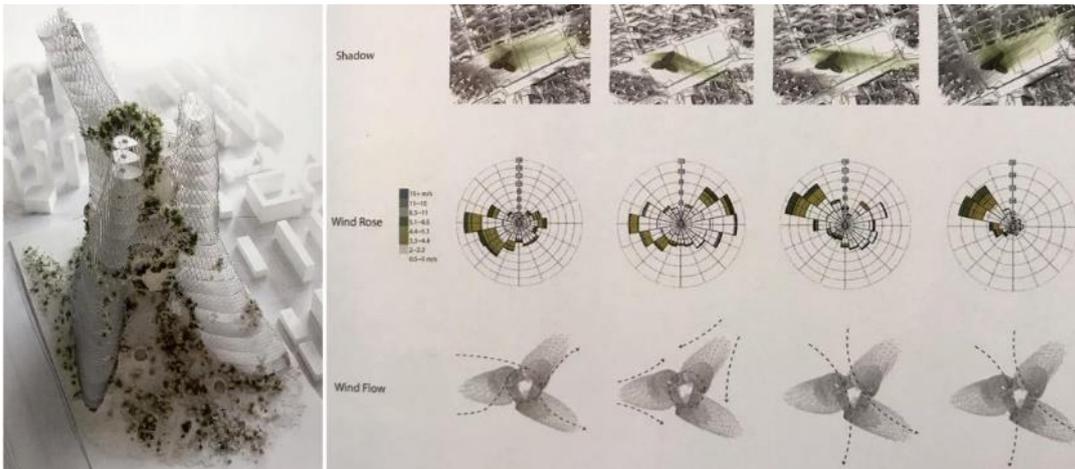
3.3 Aspek Eksplorasi Perancangan

Perpustakaan hemat energi memiliki beberapa elemen desain yang berpengaruh pada pengendalian termal bangunan, dengan prioritas memanfaatkan potensi angin kota Palu, prinsip desain ruang transisi diterapkan pada fasad, orientasi dan bentuk bangunan serta penataan ruang dalam bangunan. Fasad seperti kulit yang menjadi tameng pertama menerima angin, isolasi terhadap panas atau dingin dan kebisingan. Pengolahan fasad dapat berupa balkon dengan taman, teras dengan penggunaan panel pelindung atau penggunaan *device wind-stering* untuk mengontrol angin seperti sirip, *shading*, atau penggunaan *double skin* yang mendorong angin masuk kedalam bangunan atau pendukung terjadinya *cross ventilation* seperti pada gambar berikut.



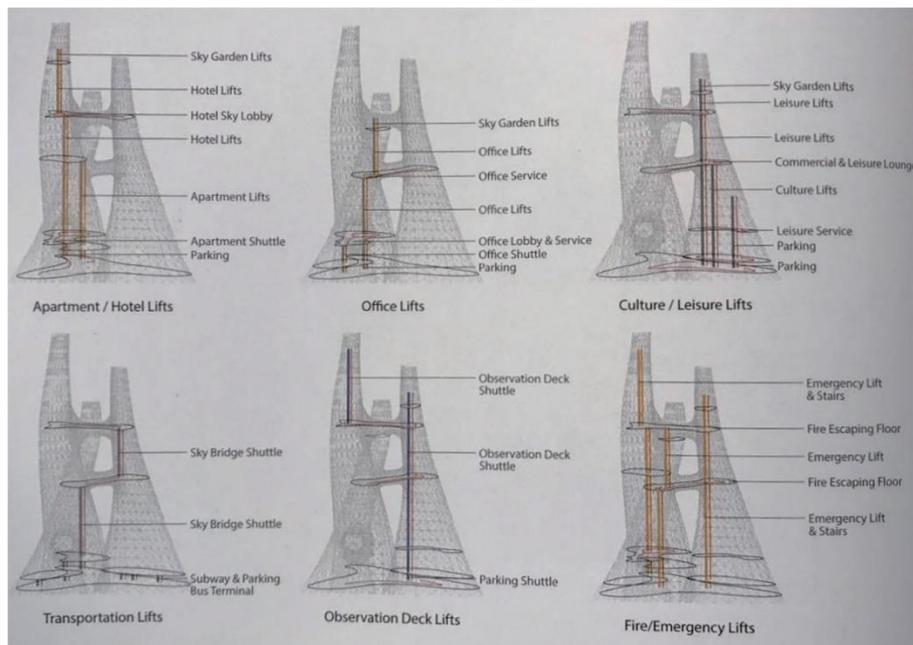
Gambar 3.2 Fasad bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang (Park, 2014)

Bentuk bangunan dirancang untuk mendapatkan komposisi yang optimal untuk mendapatkan penghawaan alami yang baik dengan merespon arah datangnya angin, rasio besarnya bidang bangunan akan semakin memperbesar kemungkinan angin diterima bangunan. Bentuk bangunan silinder meneruskan distribusi aliran udara tanpa menghasilkan aliran berputar. Hal tersebut dikarenakan, bangunan dengan bentuk silinder tidak memiliki area muka bangunan yang menghalangi aliran udara (Boutet, 1987).



Gambar 3.3 Bentuk dan orientasi bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang (Park, 2014)

Perpustakaan perlu memikirkan kenyamanan pengguna agar merasa betah di dalam perpustakaan (Nusantari, 2012), sehingga perancangan akan melihat sejauh mana ruang transisi dapat memberikan kenyamanan pengguna dari penghawaan alami yang diterima karena dengan sedikit penundaan antara perubahan suhu di luar sebelum masuk kedalam bangunan akan sangat membantu kontrol termal bangunan. Ruang penundaan tersebut haruslah memiliki fungsi yang berguna bagi perpustakaan, tidak hanya sebagai penunjang tetapi juga menjadi ruang yang memang dibutuhkan atau sebagai daerah fleksibel akan mudah untuk menambah fasilitas - fasilitas yang akan tercipta dimasa yang akan datang.

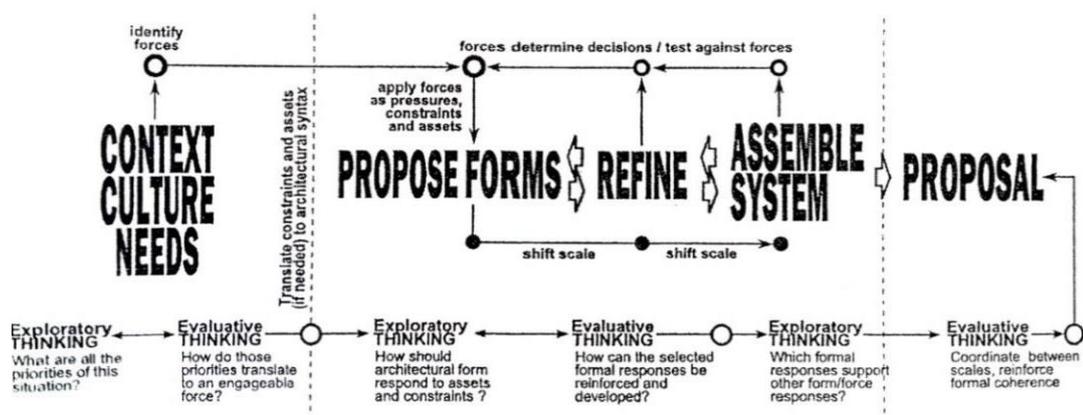


Gambar 3.4 Ruang dalam bangunan sebagai aspek eksplorasi rancang (Park, 2014)

Ruang transisi meliputi ruang kolom, lorong, halaman, kolam, ventilasi, teras, taman, teralis jendela, pergola, serambi, lobi dll. menjadi ruang fungsional dengan sendirinya dan menjadi jalur aliran angin sebagai fungsi hemat energi dengan pendekatan potensi angin, pertimbangan yang perlu diperhatikan berupa hubungan bangunan dengan angin disekitar bangunan dan angin di dalam bangunan. Sehingga pada penerapan aspek dari ruang transisi yang berpengaruh pada penghawaan alami dan perpustakaan hemat energi akan dipertimbangkan.

3.4 Proses Perancangan

Pada setiap tahap dalam kerangka kerja *force-based methods* memiliki gaya berpikir yang terdiri dari *exploratory thinking* yang digunakan untuk mengembangkan kemungkinan penyelesaian masalah perancangan baik dari sudut pandang arsitektural atau non-arsitektural dengan mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan objek perancangan dan *evaluative thinking* digunakan sebagai penyaringan kemungkinan penyelesaian masalah perancangan yang didapatkan dari hasil *exploratory thinking*. Gaya berpikir ini akan selalu digunakan secara berulang (*iterative*) pada setiap urutan dalam kerangka kerja. Gaya berpikir tersebut memiliki sifat *bottom up process*, sehingga keseluruhan rancangan arsitektural masih belum dapat ditetapkan sebelum setiap bagian dari elemen arsitektur yang sesuai dengan penyelesaian permasalahan perancangan disatukan. Penggambaran urutan kerangka kerja *Force-based methods* tersebut dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 3.5 Kerangka kerja *force-based methods* (Plowright, 2014)

3.4.1 *Context/culture/needs (identify force)*

Kegiatan dalam tahap ini secara garis besar adalah mencari faktor-faktor yang mampu mempengaruhi permasalahan perancangan. Faktor-faktor tersebut umumnya berdasarkan hasil penelitian dan memiliki sifat non formal. Sehingga selanjutnya dilakukan proses penerjemahan ke dalam faktor formal perancangan. Identifikasi permasalahan dilihat dari segi konteks, budaya dan kebutuhan.

Dalam prosesnya hasil penerjemahan tersebut menghasilkan banyak faktor formal perancangan (kualitas/persyaratan) yang dicapai. Sehingga diperlukan penentuan fokus kualitas/persyaratan yang menjadi prioritas perancangan yang akan dijabarkan menjadi kriteria rancang (*judgment criteria*). Kriteria rancang disusun berdasarkan sintesa kajian pustaka dan sintesa studi kasus arsitektur yang memperhatikan fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam dengan konsep ruang transisi. *Force* yang nantinya akan digunakan dapat dilihat sebagai *pressure, asset, flows, constraint* atau *opportunity* (Plowright, 2014)

Dalam kasus tesis desain ini, identifikasi terkait dengan konteks meliputi lokasi perancangan, beberapa aspek tinjauan meliputi kondisi iklim dan geografis kota Palu, terutama yang berkaitan dengan angin, karena angin disini dinilai sebagai *constraint* berdasarkan identifikasi konteks, sehingga akan banyak berpengaruh pada respon desain bangunan. Selain itu identifikasi selanjutnya adalah budaya yang meliputi kondisi bangunan sekitar dan kegiatan mahasiswa sebagai pengguna perpustakaan perlu di analisa untuk kebutuhan ruang perpustakaan. Karena bangunan merupakan bagian dari universitas, maka perlu beberapa aturan untuk di ikuti, dan aktivitas kreatif mahasiswa akan menjadi pembeda dalam desain, karena diperlukan respon yang mengakomodasi kegiatan ini.

Terkait dengan identifikasi kebutuhan meliputi regulasi, standar, dan kenyamanan pengguna. Hal ini menjadi penting, karena ketika bangunan telah mengikuti standar dan aturan pada lokasi tersebut, belum tentu kenyamanan pengguna dapat terpenuhi, oleh karenanya dalam menata layout baik secara vertikal atau horizontal perlu mempertimbangkan hal tersebut. Seluruh hasil yang dilakukan pada tahap identifikasi akan didokumentasikan untuk selanjutnya dibawa ke tahap analisa data. Pada tahap ini akan dirumuskan beberapa analisa awal sebagai *output* untuk dijadikan *input* dalam tahap penyusunan program rancangan.

3.4.2 Propose form < > Refine < > Assemble

Pada tahap *Propose form* adalah merumuskan dan mengeksplorasi hubungan antara kualitas/persyaratan setiap elemen perancangan dengan lahan perancangan untuk menghasilkan konsep-konsep perancangan berdasarkan persyaratan yang di dapat pada tahap *identify force*. Dalam tesis perancangan ini eksplorasi berkaitan dengan fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam dengan konsep ruang transisi dan ide-ide arsitektural bangunan seperti konsep tapak, program ruang, organisasi ruang, zonasi, massa dan bentuk bangunan, sirkulasi dan suasana bangunan atau apapun yang kaitanya dengan hemat energi. Tahap eksplorasi ini menggunakan metode eksplorasi seperti brainstorming, synectic, morphological charts, 3D modelling dan lain-lain.

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap *Refine* ini adalah merumuskan kriteria perancangan yang didapat pada tahap sebelumnya untuk selanjutnya diolah menjadi rancangan yang konseptual. Setelah itu dilakukan perbaikan, peningkatan kualitas, dan pengembangan perancangan yang juga merupakan tahapan evaluasi. Rancangan konseptual yang dihasilkan nantinya dapat berupa beberapa alternatif konsep rancangan yang selanjutnya akan dipilih yang paling sesuai dan dapat menyelesaikan masalah perancangan. Rancangan konseptual akan diperiksa kesesuaiannya terhadap *force*, kriteria dan konsep yang telah ditetapkan dan konsep akan dikembangkan agar lebih detail dan mencapai kualitas yang baik. Namun apabila terjadi ketidaksesuaian maka akan dieksplorasi kembali.

Selanjutnya *assemble*, dalam proses perancangan diperlukan untuk melakukan pemeriksaan kesesuaian kembali dengan kriteria penilaian yang sudah ditetapkan. Tujuan dalam tahap ini adalah melakukan penyempurnaan dan merakit sistem (hubungan antar elemen perancangan) untuk menghasilkan kinerja bangunan yang menyeluruh. Hasil rancang berupa elements dan parts dipadukan menjadi bangunan yang utuh (termasuk site).

3.4.3 Proposal

Tujuan dari tahap ini adalah memberikan usulan menyeluruh skematik rancangan bangunan setelah melalui *filter (final check)* agar tidak terjadi kekeliruan. Usulan tersebut selanjutnya akan diterjemahkan ke dalam gambar

skematik perancangan secara dua dimensi atau tiga dimensi agar dapat dikomunikasikan. Pemilihan skema terpilih pada tahap ini merupakan tindak lanjut dari hasil tahap sebelumnya. Hasil pada tahap sebelumnya berupa alternatif pilihan konsep perancangan akan dilakukan pembandingan antar alternatif pilihan konsep untuk selanjutnya dilakukan pemilihan konsep yang paling sesuai dengan kriteria rancangan dan dapat dijadikan penyelesaian masalah perancangan. Dengan menggunakan metode *ranking and weighting evaluation* agar sesuai dengan kriteria perpustakaan, lokasi perancangan, dan hal lainnya.

3.5 Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan dalam masing-masing tahap proses perancangan dengan menggunakan *force based framework* (Plowright, 2014) adalah sebagai berikut.

3.5.1 Metode Identifikasi Force

Lingkup perancangan pada fase ini adalah penentuan permasalahan terkait konteks, budaya, dan kebutuhan dengan melakukan eksplorasi dan evaluasi serta pencarian teori dan data terkait *force* yang dipilih. Berikut adalah metode yang digunakan :

1. Observasi (*Observation*)

Metode ini dilakukan untuk merekam kondisi eksisting dengan survei lokasi dan perekaman gambar melalui foto atau video. Lokasi yang akan digunakan telah ditentukan sebagai alternatif utama dengan mempertimbangkan :

- lokasi perpustakaan sebaiknya berada di central area universitas agar mudah dijangkau dari setiap fakultas.
- lokasi memiliki topografi dan infrastruktur kawasan yang baik untuk dibangun serta hubungan dengan bangunan lain dan kondisi lalu lintas untuk mempertimbangkan pintu masuk.

Setelah menentukan lokasi alternatif perletakan bangunan, selanjutnya proses evaluasi dengan melakukan analisis makro, mezzo, dan mikro. Pada zona makro diperlukan citra satelit untuk melihat keadaan kawasan. Zona mezzo diperlukan untuk melihat infrastruktur kawasan yang tersedia di radius 5 km.

Sedangkan, zona mikro adalah zona *site* terpilih adalah dengan melakukan perekaman yang terdiri atas :

- Tampak atas, batas dan area di dalam site
- Akses site
- Kondisi vegetasi yang mempengaruhi angin
- Analisis terhadap intensitas arah angin di dalam site

Cara menganalisis arah dan kecepatan menggunakan data dari rencana tata ruang kota palu (2006-2025), alat ukur anemometer, dan *windrose* dari *windfinder*.

Lingkup metode observasi meliputi *parts* dan *building* dengan menggunakan alat rekam (kamera), alat ukur (pita ukur), data-data terkait lahan, buku, jurnal, dan software grafis dua dimensi (diagram-diagram & matriks).

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

Pencarian data diperlukan untuk mendukung proses perancangan, data yang diperlukan berupa data mengenai karakter angin pada konteks setempat untuk menyelesaikan permasalahan angin (Kormanikova, 2018), pada kasus ini data yang dibutuhkan adalah :

- Data mengenai kecepatan, arah angin, dan kelembapan udara kota Palu.
- Data peraturan daerah setempat terkait keterbangunan berupa data sempadan jalan, RTRW, KLB, KDB, dan KTB.
- Data standar bangunan khusus perpustakaan untuk universitas dengan sistem *close access*.

Sedangkan alat yang digunakan untuk melakukan pencarian data adalah buku, data pemerintah, data digital atau data lain yang relevan.

3. Pencarian literatur (*Literature Searching*)

Digunakan sebagai pendekatan perancangan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Pada kasus ini, eksplorasi teori yang dibutuhkan adalah :

- Teori aliran udara mengenai aliran angin yang melalui bangunan.
- Teori bidang terkait fasad, orientasi dan bentuk bidang serta ruang dalam bangunan terhadap respon angin.
- Teori penghawaan alami dengan strategi hemat energi
- Penataan ruang perpustakaan universitas.

Cara agar studi teori yang dilakukan tidak terlalu luas maka harus ada spesifikasi khusus agar tetap fokus yaitu dengan memperhatikan *keyword* angin. Alat yang digunakan berupa jurnal, buku, bahan kuliah, atau hasil penelitian lain yang relevan.

4. Simulasi orientasi dan bentuk bangunan

Simulasi menggunakan Autodesk Flow Design dapat melihat arah, kecepatan, dan tekanan udara yang ada pada bangunan hanya dengan memasukan geometri bangunan ke dalam *software*. Dengan input kecepatan angin pada eksisting sehingga akan muncul output berupa kecepatan dan tekanan angin yang terjadi pada bidang bangunan.

Pada sisi geometri dengan kecepatan aliran udara tinggi memiliki kemungkinan terkena paparan angin paling tinggi pula begitu juga sebaliknya. Alat yang digunakan berupa hasil penelitian atau buku yang relevan, serta *software* simulasi berupa Autodesk Flow Design.

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 Propose Form <> Refine <> Assemble

Pada tahap ini adalah proses eksplorasi bentuk arsitektur dan bagaimana respon bentuk tersebut terhadap *force* yang dipilih. Lingkup perancangan yang ada berupa elemen arsitektural terkait *force*, penentuan variabel rancang untuk mencari bentuk geometri, serta evaluasi dari teori yang sudah ada sebelumnya. Sehingga, cara yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan menggunakan metode :

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

Brainstorming adalah metode yang memproduksi ide secara cepat. Biasa 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*. Proses pada metode ini banyak menyatukan *parts* yang sudah ada dan dikembangkan agar sesuai dengan kebutuhan konsep ruang transisi, *element*, *parts*, maupun *buildings* akan bekerja secara bersinambungan. Alat rancang yang digunakan dalam metode ini adalah sketsa, tabel, dan matriks.

2. *Domain to domain transfer*

Teknik ini digunakan untuk mencari variabel perancangan yang dibutuhkan di dalam proses perancangan berdasarkan korelasi antar masalah dan teori yang akan diselesaikan agar dapat mengetahui elemen dan sub-elemen apa yang harus diperhatikan di dalam merancang.

Domain to domain transfer yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu *source domain*, *transfer frame*, dan *target frame*. *Source domain* merupakan *keyword* yang ada pada penelitian ini berupa angin sebagai *force*. Setelah menentukan *source domain* kemudian dilakukan *transfer frame* melalui kajian teori yang terkait untuk menghasilkan *target frame* berupa korelasinya dengan elemen dan sub elemen arsitektural. Hasil dari *domain to domain transfer* digunakan untuk membantu untuk menentukan elemen arsitektural yang digunakan pada proses perancangan terutama pada tahap *propose form*.

Pada perancangan ini, untuk meminimalisir hawa panas menggunakan eksplorasi fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam bangunan, fasad dimana berkaitan terhadap atap, dinding, jenis material dan celah berupa bukaan pada bidang atau jarak antar ruang, bentuk akan berhubungan dengan massa yang terdapat sub-elemen orientasi bangunan, ketinggian, pembagian massa, dan konfigurasi ruang, ruang dalam akan berkaitan dengan kegiatan pengguna, sistem operasional dan ruang terbuka pada perpustakaan. Selain itu, untuk lebih mengoptimalkan di dalam reduksi panas maka harus memperhatikan juga komponen lanskap atau siteplan.

3. *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 fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam bangunan

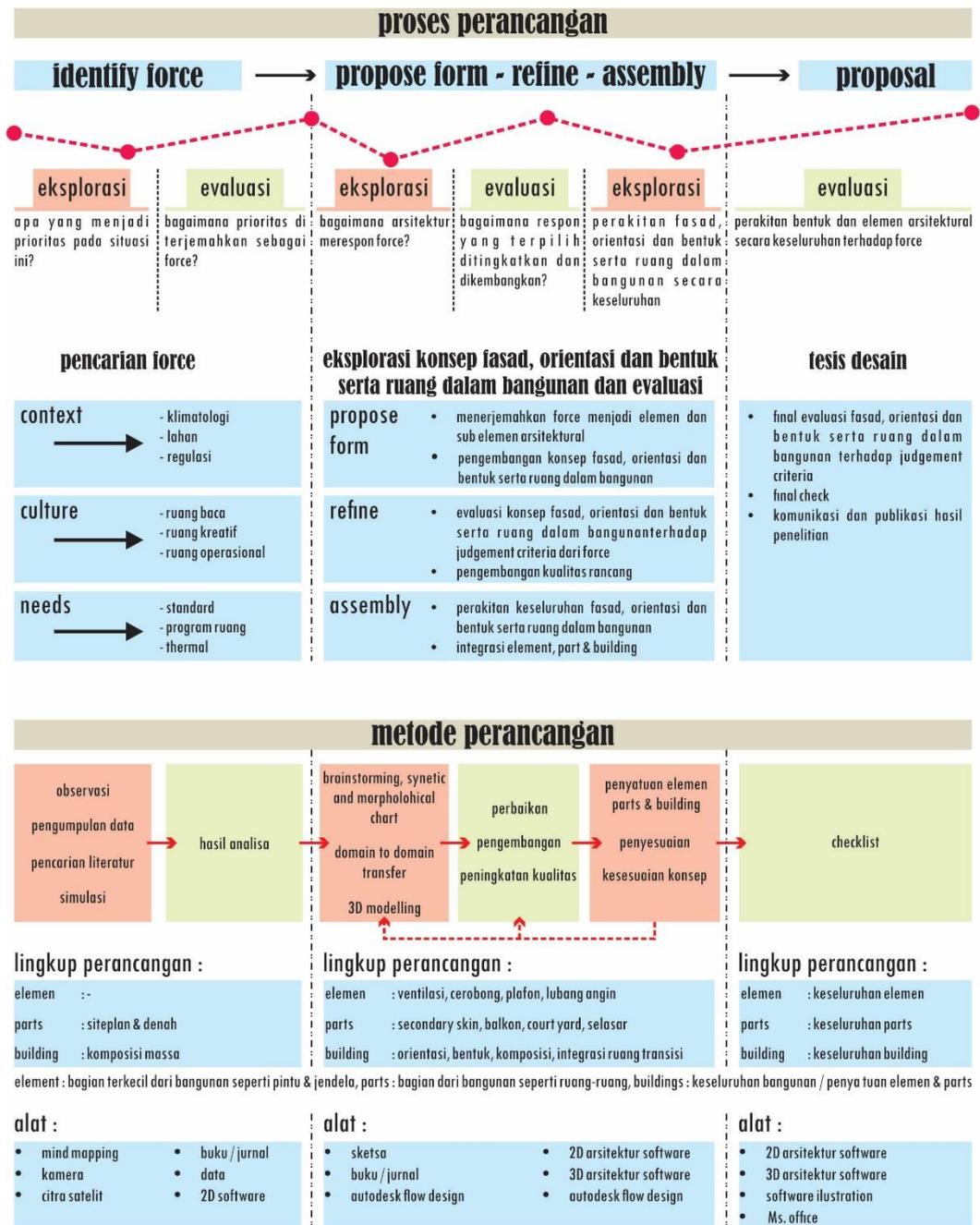
yang sesuai dengan penyelesaian permasalahan rancang. Permodelan 3D akan semakin tereksplorasi apabila dikaitkan dengan perbandingan studi preseden.

Metode 3D modelling diaplikasikan pada lingkup bentuk & geometri massa secara general (*buildings*). Selain itu, apabila dirasa bentuk & geometri massa dirasa sudah tepat, 3D *modeling* 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 (*Corel Draw & Photoshop*).

3.5.3 Metode Proposal (Usulan Hasil Akhir)

Proposal adalah hasil akhir dari perancangan ini yang telah selesai dievaluasi dengan menggunakan metode *checklist* untuk melihat kesesuaian antara hasil eksplorasi tahap sebelumnya dengan *brief* perancangan yang berasal dari hasil *judgement criteria*.

Metode checklist adalah metode mengevaluasi dengan memeriksa satu persatu elements, parts, maupun keseluruhan bangunan (*buildings*). Evaluasi ini mencakup kesesuaian konsep (ruang transisi) pada fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam bangunan 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. Alat bantu yang digunakan adalah software dua dimensi (AutoCad), tiga dimensi (SketchUp & Revit Architecture) dan Ms Office (Ms Word & Ms Powerpoint). Hasil dari tahap ini berupa komunikasi yang berupa gambar presentasi berupa gambar tiga dimensi dan gambar dua dimensi, design thesis berupa dokumen penelitian di dalam proses perancangan dan jurnal publikasi atau seminar internasional. Berdasarkan proses dan metode yang dijelaskan di atas yaitu setiap tahap proses perancangan menggunakan metode yang berbeda-beda dan menyesuaikan dengan kebutuhan pada setiap prosesnya, gambar berikut adalah bagan proses dan metode *force based framework* yang digunakan di dalam perancangan ini.



Gambar 3.6 Bagan proses perancangan dan metode perancangan

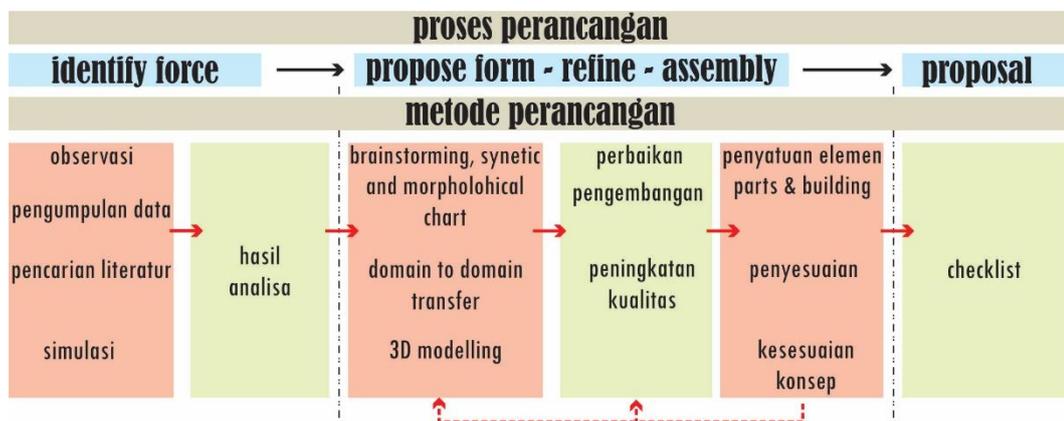
(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 4

HASIL ANALISA OBJEK RANCANG

Tahap ini merupakan tahap *analysis of problem* (analisa permasalahan) dengan serangkaian analisis kajian yang berada dalam proses perancangan. Tujuannya untuk mendapatkan informasi terkait perancangan perpustakaan universitas Tadulako, baik dari rancangan itu sendiri, kondisi eksisting dan potensi dan kelemahan perancangan. Hasil yang didapatkan berupa persyaratan atau kriteria rancangan sebagai dasar pemilihan konsep perancangan.

Dalam tesis ini proses perancangan yang digunakan adalah *force based framework*, dimana *force* berupa batasan, asset, aliran, tekanan dan peluang. Bangunan hemat energi atau tingkat konsumsi energi dengan memanfaatkan potensi angin digunakan sebagai *force* (batasan) dalam pengambilan keputusan, sehingga dalam prosesnya, eksplorasi perancangan ini dimulai dari melihat kondisi eksisting terkait dengan angin dan menyesuaikan dengan kebutuhan program ruang, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan keputusan desain dengan pertimbangan dari hasil analisa terhadap kajian pustaka.



Gambar 4.1 Tahapan proses analisis dan hasil yang didapatkan

Dalam melakukan analisis dan evaluasi tetap menggunakan kriteria rancang yang telah dilakukan sebelumnya. Dengan menganalisa kondisi iklim setempat khususnya angin, kondisi eksisting tapak, peraturan yang berlaku, dan bagaimana perpustakaan universitas dapat beroperasi dengan baik atau segala informasi yang mendukung untuk mendapatkan *identify force*. Hal ini perlu dilakukan karena

merupakan hal penting dalam penerapan desain hemat energi. Metode perancangan yang digunakan adalah observasi lahan dengan pengukuran dan perekaman menggunakan kamera dan citra satelit, pengumpulan data lahan seperti data iklim, peraturan daerah dan universitas, dan pencarian literatur terkait informasi lahan.

4.1 Identifikasi *force*

Menurut proses perancangan *force based framework* yang dijadikan pendekatan proses perancangan ini, pembahasan mengenai identifikasi *force* merupakan tahap awal perancangan. Identifikasi *force* terdiri dari tiga hal yaitu *context*, *culture*, *needs* (Plowright, 2014). Analisis pertama adalah *context*, lokasi perancangan terletak di kota Palu dan berada di lingkungan Universitas Tadulako. Pada lokasi tersebut, terdapat regulasi setempat yang mengatur perancangan bangunan gedung. 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 posisi *central* Universitas Tadulako
- Observasi lahan terpilih (pengukuran & perekaman lokasi lahan rancang)
- Observasi vegetasi eksisting, aksesibilitas, dan lingkungan sekitar
- Observasi jalur angin dan matahari pada lahan
- Pengumpulan data lahan yang berkaitan dengan peraturan daerah seperti tata guna lahan, KDB, KLB, KTB, GSB, GSP, KKOP, dsb.
- Observasi bangunan sekitar
- Menganalisa data-data yang telah diobservasi

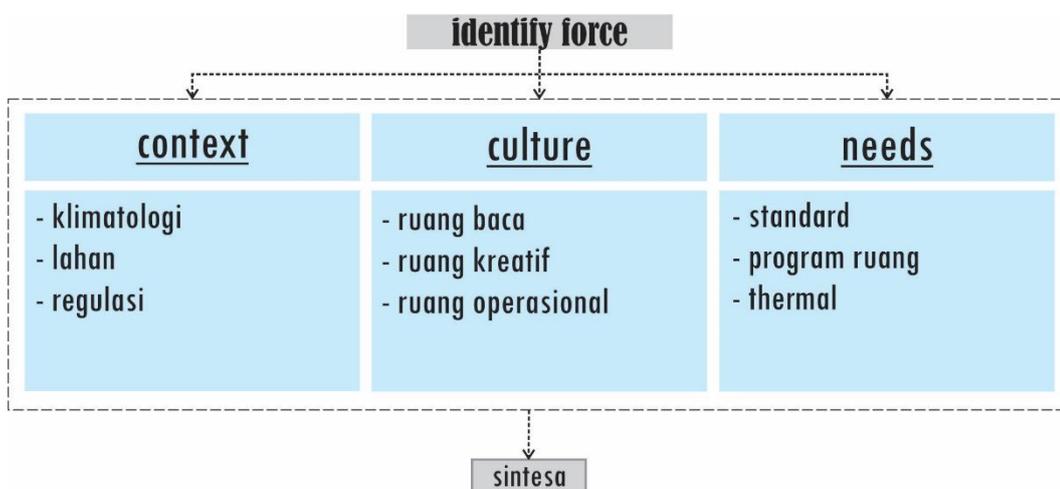
Analisis yang kedua adalah *culture* (budaya), gedung perpustakaan yang merupakan jenis perpustakaan khusus perguruan tinggi atau universitas dimana sistem operasional tertutup diterapkan pada perpustakaan ini untuk mewadahi kegiatan bersosial antar mahasiswa sebagai bentuk ruang kreatif agar terpisah dari ruang baca tertutup yang sifatnya lebih tenang an juga ruang penyimpanan buku. Interaksi antar pengguna sangat di prioritaskan pada jenis perpustakaan ini dan ruangan interaksi dapat menempati ruang-ruang transisi di antara ruang lain

sehingga mempunyai keuntungan dan menjadi nilai tambah (*added value*). Hal seperti ini dapat menjadi potensi (*asset*). Metode yang dilakukan dari segi budaya antara lain :

- Pencarian literatur terkait ruang baca
- Pencarian literatur terkait ruang kreatif
- Pencarian literatur terkait sistem dan ruang operasional

Analisis yang ketiga adalah *needs* (kebutuhan), gedung perpustakaan harus memperhatikan betul kebutuhan ruang bagi penggunanya, karena pengguna yang dari berbagai latar belakang berbeda maka alur dan kebutuhan aktifitasnya akan berbeda. Oleh karena itu perlu menganalisa lingkup program ruang seperti kebutuhan luas ruang, organisasi ruang dan runtutan tatanan ruang yang menyesuaikan dengan sistem operasional yang di terapkan pada perpustakaan. Kebutuhan pengguna pada setiap ruangnya juga perlu di analisa, seperti kebutuhan pencahayaan untuk membaca, kebutuhan *tools* untuk beraktifitas dan kenyamanan thermal. Hasil dari analisa tersebut dapat menjadi potensi ataupun batasan untuk menerapkan konsep ruang transisi. Metode yang dilakukan dari segi konteks antara lain :

- Pencarian literatur terkait standar ruang dalam perpustakaan universitas
- Pencarian literatur terkait sistem operasional, program ruang dan kebutuhan ruang
- Pencarian literatur terkait kebutuhan pencahayaan dan kenyamanan termal



Gambar 4.2 Tahapan pembahasan indentifikasi *force*

4.2 Analisa Konteks (*Context*)

4.2.1 Lokasi Objek Rancangan

Lokasi tapak terletak di jalan Soekarno-Hatta, dimana jalan ini merupakan alternatif jalan trans di provinsi Sulawesi tengah atau jalan penghubung antar kota dan kabupaten di Sulawesi tengah sehingga lokasi ini cukup padat dilalui kendaraan dengan muatan besar, jalur ini juga merupakan jalur angkutan perdagangan dari seperti troncon dan kontainer dai pelabuhan menuju ke kota Palu, lokasi merupakan area Palu bagian barat, dimana menurut Rencana fungsi kawasan sarana pendidikan (RTRW kota Palu, 2006-2025) area ini tidak diperuntukan untuk sarana pendidikan, namun karena perpustakaan berada di wilayah universitas, perpustakaan menjadi sangat dibutuhkan.



Gambar 4.3 Lokasi tapak terletak pada jalur trans sulawesi (Jl. Soekarno-hatta)

Lokasi tapak termasuk dalam lingkungan Universitas Tadulako dan tepat ditengah-tengah kawasan universitas sehingga lokasi ini tidak terdampak kepadatan lalu lintas pada jalur trans, karena di lingkungan universitas lalu lintas hanya dilalui oleh mahasiswa, tenaga pengajar dan karyawan, sehingga jalan relatif sepi. Oleh

karena itu, lokasi ini sangat strategis dijadikan perpustakaan karena berada dilingkungan pendidikan yang dekat di akses mahasiswa dan tingkat kepadatan lalu lintas yang relatif rendah sehingga jauh dari kebisingan kendaraan dan kemudahan.

Lokasi tapak berhadapan langsung kearah teluk (pantai) dengan jarak dari lingkungan universitas ke teluk sekitar 1.5 km, sehingga bangunan akan menerima hembusan angin langsung dari arah teluk dan utara. Penerapan ruang transisi sangat diperlukan untuk mengelola angin yang diterima tersebut sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna. Fasad bangunan yang merupakan bagian dari bangunan yang pertama bersentuhan dengan aliran angin dapat di eksplorasi untuk menyasati angin sebelum masuk ke dalam bangunan, pengendalian arah angin juga bisa melalui ekplorasi bentuk dan orientasi bangunan, serta pengelolaan ruang dalam agar ruang yang membutuhkan penghawaan alami dapat di sesuaikan dengan kegiatan pengguna, hal ini berkaitan dengan fungsi bangunan sebagai perpustakaan. Karakteristik lahan ini dipilih untuk menyesuaikan dengan permasalahan rancangan yang menerapkan konsep ruang transisi sebagai penyelesaian masalah efisiensi energi.



Gambar 4.4 Lokasi sekitar perancangan dengan pengambilan gambar menggunakan kamera *Drone*

Lokasi tapak berada di lokasi sentral dari lingkungan universitas, terletak dibelakang persis bangunan rektorat dan membelakangi lapangan (*open space*)

utama universitas. Luas lahan yang telah disediakan seluas 16.485 m² dan luas lahan objek rancangan yang dapat di bangun sebesar 14.244 m². Kawasan perpustakaan Universitas Tadulako telah terbangun fasilitas universitas seperti bank BNI, bangunan keamanan, koperasi mahasiswa dan bangunan perkusi sehingga pada lokasi lahan nantinya fasilitas-fasilitas ini masuk dalam pertimbangan desain terkait hubungan dengan bangunan. Bangunan sekitar perpustakaan merupakan bangunan satu lantai yang memiliki tinggi rata-rata 12 meter sampai ke atap, sedangkan bangunan yang tinggi hanya rektorat dan BAKP, berikut foto eksisting.



Gambar 4.5 Kondisi eksisting lahan perancangan

Melihat dari lahan yang digunakan, lokasi berada di lingkungan universitas dimana sarana bangunan pendidikan seperti perpustakaan sangat dibutuhkan, sehingga aturan pemerintah terkait tata guna lahan akan sesuai. Berdasarkan karakteristik lahan yang mencerminkan permasalahan perancangan, lahan berada dekat dengan lokasi pantai dan perbukitan dengan angin dari arah teluk atau Utara lahan. Dengan demikian perancangan perpustakaan ini dapat bereksplorasi terhadap fasad, bentuk dan orientasi serta ruang dalam bangunan untuk merespon aliran angin dengan konsep ruang transisi.

4.2.2 Batasan Objek Rancang

Batasan dalam merancang bangunan berdasarkan data dari Rencana tata ruang kota Palu (RTRW) yang berlaku pada tahun 2010-2030 tentang pedoman teknis rencana umum pengaturan bangunan di kota Palu, menyatakan ketentuan umum peraturan zonasi untuk pusat kegiatan terpadu dan zonasi untuk sub pusat pelayanan kota (pasal 71 huruf b) dan peraturan zonasi pusat kegiatan pemerintahan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Koefisien Dasar Bangunan (KDB) paling tinggi sebesar 70 %, luas lahan perancangan sebesar 14.244 m², sehingga KDB yang di perbolehkan untuk dibangun maksimal sebesar 9.970 m².
2. Koefisien Lantai Bangunan (KLB) maksimum 12 lantai, sehingga dapat dibangun 12 kali luas KDB, menjadi 119,640 m²
3. Koefisien Dasar Hijau (KDH) paling rendah sebesar 10 %, artinya luas minimal lahan hijau yang disediakan sebesar 997 m².
4. Koefisien Tapak Basemen (KTB) maksimum 80 %, sehingga maksimal lahan untuk dijadikan basemen sebesar 7,976 m². Jumlah lantai basement yang diijinkan yaitu maksimal 2 lantai.
5. Garis Sempadan Bangunan (GSB) minimal $\frac{1}{2}$ x ROW jalan orientasinya, luas jalan yang mengintari site rata-rata memiliki lebar jalan sebesar 7 meter, sehingga garis sempadan yang diperbolehkan maksimal 3.5 meter dari bahu jalan.

Dari data tersebut, dapat diketahui ketinggian maksimal pada bangunan perpustakaan dapat mencapai 12 lantai, namun dengan pertimbangan bangunan

hemat energi, dimana makin tinggi bangunan maka makin besar konsumsi energinya dan pada ketinggian tertentu aliran angin semakin cepat, tidak ada elemen penghalang seperti pohon atau bangunan sekitarnya sehingga pada ketinggian ini angin yang diterima pengguna tergolong tidak nyaman. Oleh karena itu tipe bangunan perpustakaan di desain layaknya *groundscrapers* dengan maksimal 6 lantai. Perancangan perpustakaan hemat energi yang menerapkan konsep ruang transisi memungkinkan penataan *layout* yang terpisah antara massa bangunan, atau dengan penghubung seperti jembatan, dengan penataan yang menyesuaikan dengan aktifitas dan fasilitas yang disediakan.



keterangan :	batasan lahan :
KDB : 70 %	barat : 134.5 m
KLK : 12 Lantai	timur : 71.5 m
KDH : 10 %	tenggara : 46.5 m
KTB : 80 %	timur laut : 46.0 m
GSB : 3.5 m (depan)	utara : 76.3 m
3.5 m (belakang)	selatan : 80.5 m

Gambar 4.6 Ukuran lahan perancangan perpustakaan dan batasannya

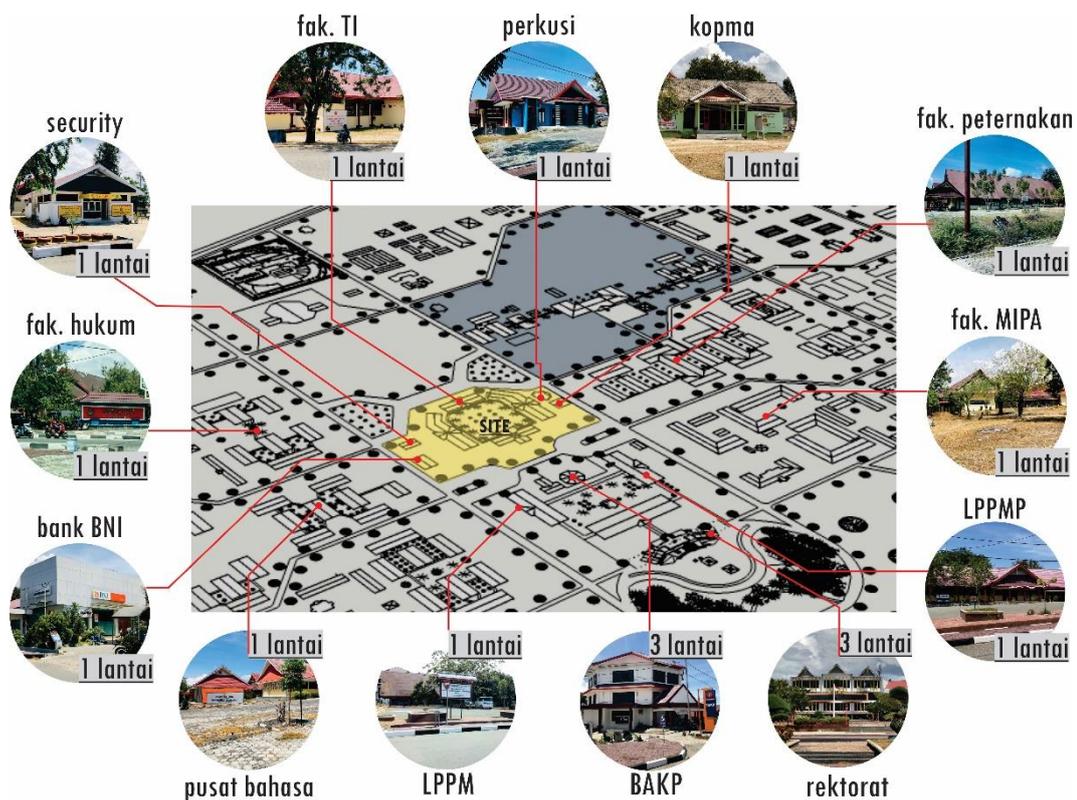
Batas lahan perancangan perpustakaan hemat energi :

- Utara : Pusat bahasa
- Timur : Lapangan
- Barat : BAKP dan rektorat
- Selatan : fakultas peternakan

4.2.3 Lingkungan Sekitar Lahan

Kondisi lingkungan sekitar lahan berupa lingkungan universitas dan sangat mendukung perancangan perpustakaan hemat energi. Lingkungan sekitar tapak dikelilingi dengan bangunan operasional, fakultas dan fasilitas pada universitas. Infrastruktur seperti jalan dan drainase mengikuti perencanaan universitas dan fasilitas parkir perpustakaan akan saling mendukung dengan kebutuhan parkir bangunan sekitarnya. Jaringan listrik, telepon dan air bersih sudah tersedia di sekitar area lahan.

Analisa lingkungan sekitar bertujuan untuk melihat keadaan atau kondisi sekitar lahan terkait akses menuju site, fasilitas parkir dan juga karakter bangunan sekitar (tinggi, jarak antar bangunan dan posisi terhadap bangunan perancangan), analisa lahan objek rancang merupakan tahap pengamatan atau observasi.



Gambar 4.7 Ukuran lahan perancangan perpustakaan dan batasannya

Bangunan sekitar perpustakaan merupakan bangunan satu sampai tiga lantai yang memiliki ruang terbuka berupa taman dan akses yang cukup dekat sehingga dapat dijangkau pejalan kaki menuju ke lokasi rancangan, intensitas pengguna

bangunan sekitar untuk menuju lokasi perancangan cukup tinggi, sehingga jalur dari bangunan sekitar ini perlu di pertimbangkan, lokasi perancangan yang berada ditengah-tengah universitas mengakibatkan pengunjung masuk dari berbagai arah. Perpustakaan hemat energi berada di lingkungan universitas dimana kebutuhan parkir kendaraan menjadi tanggung jawab perancangan layout universitas, sehingga area parkir perpustakaan berkolaborasi dengan kebutuhan parkir pada lingkungan seputar site, sehingga kapasitas parkir menjadi kebutuhan bersama karena sangat memungkinkan pengguna bangunan perancangan memarkirkan kendaraan pada bangunan sekitar lokasi rancang, begitu juga sebaliknya.

Hasil analisa lingkungan sekitar lahan adalah lantai dasar bangunan sebagai pintu masuk utama, pengunjung memiliki akses masuk dari Utara, Selatan, Barat dan Timur untuk memudahkan pengunjung di seputar lingkungan site untuk mengakses perpustakaan, untuk memudahkan pengunjung dari setiap fakultas agar tidak perlu berjalan memutar. Perancangan lantai dasar ini merupakan lantai adaptasi dimana fungsinya sebagai zona antara bangunan dengan bangunan lain, dengan fungsi yang berbeda tetapi memiliki hubungan dengan perpustakaan, sebaiknya ruang luar pada lantai dasar difungsikan sebagai ruang interaksi sekaligus sebagai ruang kontrol suhu dengan memanfaatkan pepohonan diluar bangunan sebelum masuk kedalam bangunan (permasalahan perancangan). Parkir yang disediakan perpustakaan sebaiknya menampung seefisien mungkin, agar menjadi satu kantong parkir untuk kegiatan yang mungkin saja terjadi pada momen tertentu.

4.2.4 Sirkulasi

Peninjauan sirkulasi merupakan analisa dengan pengamatan atau observasi dengan tujuan untuk melihat posisi mana pada lokasi perancangan untuk dijadikan entrance agar menjadi mudah bagi pengunjung untuk melihat posisi bangunan rancang. Analisa ini juga bertujuan untuk mengetahui dimana saja kemungkinan akses pejalan kaki untuk masuk ke dalam bangunan rancang, karena lokasi rancang yang berada diposisi sentral universitas, sehingga sangat mungkin pengunjung datang bukan dari arah entrance utama. Hal ini sangat mempengaruhi untuk keputusan rancang pada tahap selanjutnya.



Gambar 4.8 Analisa jalur sirkulasi

Pola sirkulasi untuk menentukan nilai, urutan, dan kebiasaan untuk merasakan pengalaman visual pada bangunan rancang, baik dengan berjalan kaki ataupun dengan menggunakan kendaraan. Lokasi perancangan dikelilingi jalan yang tidak terlalu ramai karena hanya digunakan pengguna universitas seperti mahasiswa, tenaga pengajar dan karyawan yang hanya aktif sekitar pukul 08.00-16.00. Kendaraan juga tampak lancar melewati jalur ini karena area jalan yang lebar sekitar 7 meter, dan di posisi barat dan timur site jalan lebih lebar lagi karena terdapat *U-turn* yang menimbulkan kemacetan, sehingga kendaraan tetap lancar. Sebaiknya pintu masuk dan keluar kendaraan diletakan pada posisi ini, yaitu timur atau barat.

Posisi tapak berada di tengah-tengah kawasan universitas, sehingga sangat mungkin pejalan kaki masuk dari berbagai arah, namun kondisi ini tidak bisa diterapkan pada pengguna yang menggunakan kendaraan, sehingga perlu pintu masuk utama sekaligus perletakan sebagai fasad utama bangunan. Pintu masuk utama diletakan berhadapan dengan rektorat, hal ini bertujuan untuk kemudahan akses secara visual ataupun non visual untuk mengetahui lokasi perpustakaan, selain itu perletakan ini akan semakin terkesan menjadi titik kumpul universitas.

Akses jalur keluar dan masuknya bangunan dibuat dua akses karena lokasi yang berada di tengah universitas yang mudah diakses dari dua arah, selain itu akses yang di pilih yaitu dari arah timur dan barat merupakan jalan yang sepi sehingga dapat digunakan sebagai pintu masuk dan keluar, dengan pembagian menjadi dua

akses ini diharapkan juga dapat mengurangi kemacetan nantinya. Apabila dilihat dari kondisi vegetasi sekitar, jalur sirkulasi pejalan kaki sebaiknya diarahkan di bawah pepohonan, hal ini dilakukan untuk melindungi pejalan kaki dari terik matahari.

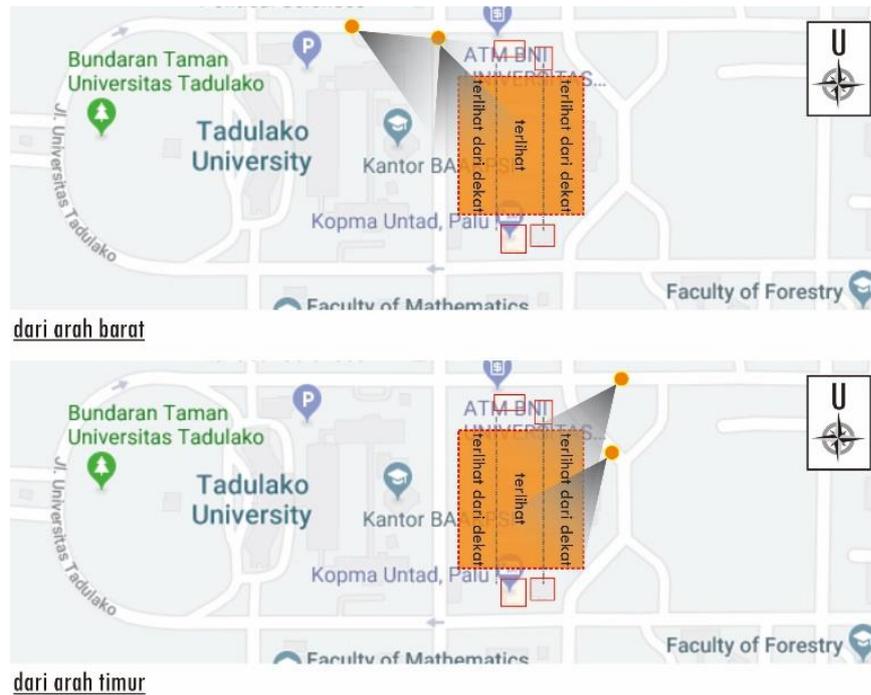


Gambar 4.9 Analisa jalur sirkulasi sisi barat



Gambar 4.10 Analisa jalur sirkulasi sisi timur

Lalu lintas site mengikuti peraturan yang ditetapkan universitas, salah satunya terkait dengan kecepatan kendaraan pada koridor lahan antara 10 - 20 km/jam. Pengendara cenderung menambah kecepatan ketika berada pada jalan lurus dan melambat ketika mendekati perempatan atau persimpangan. Pada setiap sudut dari posisi lahan dikelilingi oleh persimpangan sehingga sangat mudah terlihat oleh pengendara. Sisi barat dan selatan bangunan sangat berpotensi dieksplorasi untuk menjadi suatu yang menarik (*eye catching*) bagi pengendara sementara sisi utara dan selatan terlihat pada ketinggian tertentu, eksplorasi menampilkan konsep atau detail ruang transisi.



Gambar 4.11 Potensi *view* kedalam lahan berdasarkan pengamatan pengendara

Tabel 4.1 Hasil analisa sirkulasi

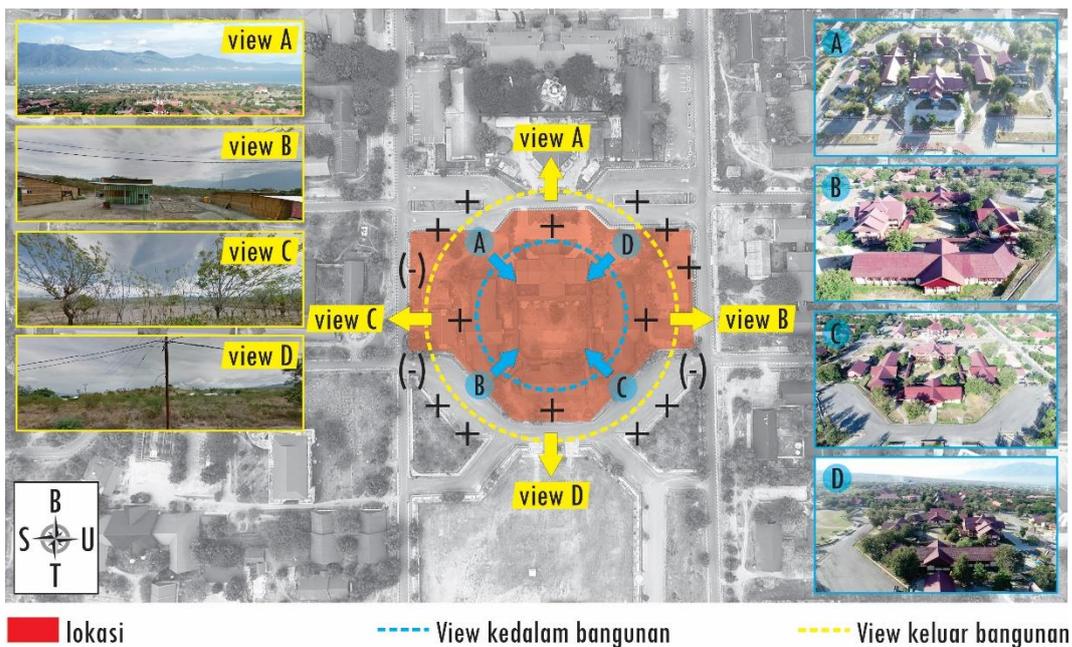
zona	asset / constraint	analisa
utara	Constraint tertutupi dengan bangunan bank BNI dan security	Akan terlihat pada ketinggian diatas 12 m, area tersebut baik untuk menerapkan elemen fasad yang ingin ditonjolkan, area lantai 1 untuk enterance pejalan kaki
selatan	Constraint tertutupi dengan bangunan kopma dengan kegiatan mahasiswa	Akan terlihat pada ketinggian diatas 12 m, area tersebut baik untuk menerapkan elemen fasad yang ingin ditonjolkan, area lantai 1 untuk enterance pejalan kaki
timur	Asset bangunan tidak tertutupi dan mudah terlihat pengendara dan dekat bangunan rektorat	Bangunan akan terlihat jelas dan sangat baik untuk memelihatkan bentuk dan fasad bangunan dengan orientasi ke timur
barat	Asset bangunan tidak tertutupi dan mudah terlihat pengendara dan dekat lapangan (RTH)	Bangunan akan terlihat jelas dan sangat baik untuk memelihatkan bentuk dan fasad bangunan dengan orientasi ke barat

4.2.5 View

Peninjauan *view* merupakan analisa dengan pengamatan atau observasi dengan tujuan untuk menentukan orientasi terhadap *view* yang diberikan dan elemen fasad jika ada sesuatu yang ingin ditonjolkan atau untuk menentukan *view*

atau pandangan yang perlu dihindari pada lingkungan sekitar, peninjauan *view* meliputi *view* ke arah lahan (ke dalam) dan keluar lahan (lingkungan sekitar). Analisa *view* akan menentukan potensi ataupun batasan (*constraint*) *view* yang memungkinkan menjadi pertimbangan-pertimbangan pada tahap perancangan nantinya. Konsep pengelolaan ruang transisi menjadi hal yang perlu diterapkan pada *view-view* potensial untuk menunjukkan ke-khas-an perancangan perpustakaan hemat energi.

Lokasi tapak berada tepat di tengah lingkungan Universitas Tadulako, sehingga untuk *view* pada ketinggian bangunan satu lantai atau 12 meter berupa bangunan sekitar saja, sementara pada ketinggian di atas 12 meter merupakan *view* terbaik, karena dapat melihat *view* diluar lingkungan universitas Tadulako seperti pantai dan pegunungan. *View* keluar bangunan terbaik berada pada arah *view* A (barat), karena dapat melihat teluk Palu, hal ini menjadi potensi karena dengan melihat sesuatu yang indah akan menambah minat pembaca untuk relaksasi sehingga nyaman ketika membaca. Sebaiknya arah *view* A ini dijadikan pintu masuk utama karena *view* kedalam bangunan juga baik sebagai pandangan utama dari bangunan rektorat yang merupakan bangunan *gate* utama pada Universitas Tadulako. Posisi *view* A juga baik untuk menerapkan ruang transisi untuk mengelola angin.



Gambar 4.12 Analisa potensi *view* pada lokasi perancangan

Sedangkan *view* D kearah luar bangunan (Timur) juga tak kalah baik, karena pengunjung dapat menikmati pemandangan hutan dan perbukitan, pada bangunan sisi Timur ini sangat baik karena arah angin yang tidak terlalu kencang, berbeda dengan arah barat sebelumnya yang menerima angin teluk secara langsung, sehingga perlu strategi untuk mengelola angin secara langsung namun pengunjung tetap dapat menikmati *view* teluk.

Tabel 4.2 Hasil analisa *view*

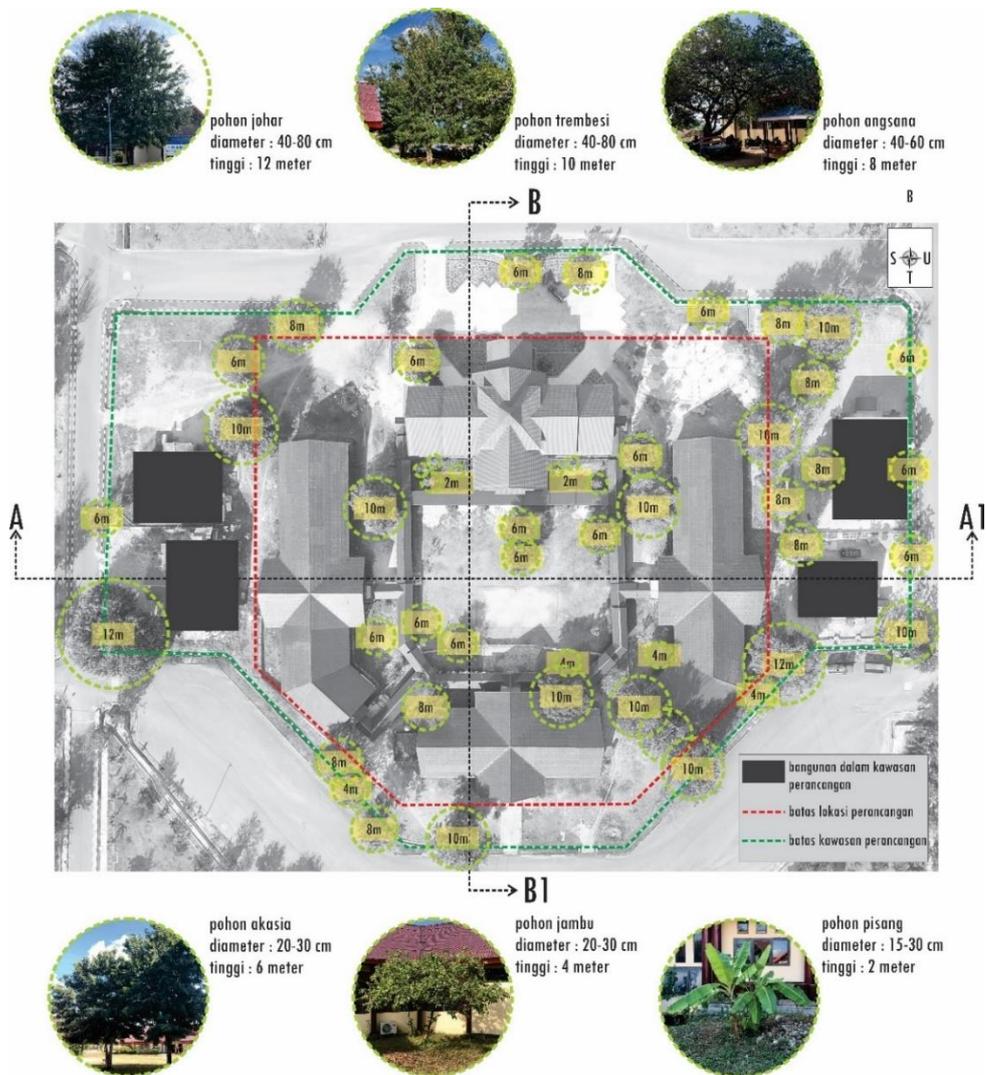
view	zona	asset / constaint	analisa
view keluar lahan	utara	Asset view bukit dan teluk Constraint view area pemukiman kumuh	Pada ketinggian 12 m orientasi mengarah ke utara dapat diterapkan, sementara bukaan pada lantai bawah hanya sebagai interace dari arah utara (sedikit)
	selatan	Asset view area perkotaan dan teluk	Pada ketinggian 12 m orientasi mengarah ke selatan dapat diterapkan
	timur	Asset view bukit dan lapangan (<i>open space</i>)	Orientasi sebagai fasad kedua di belakang bangunan boleh ke arah timur
	barat	Asset view area teluk Constraint view terhalangi area bangunan rektorat	Orientasi bangunan sebagai enterace utama sebaiknya ke arah barat
view kedalam lahan	utara	Constraint view tertutup bank BNI	Penerapan ruang transisi pada ketinggian 12 m seperti balkon atau skycourt
	selatan	Constraint view tertutup KOPMA	Penerapan ruang transisi pada ketinggian 12 m seperti balkon atau courtyard
	timur	Asset view sebagai fasad belakang	Baik untuk perletakan plaza atau couryard yang berhubungan dengan lapangan
	barat	Asset view sebagai fasad depan	Baik untuk perletakan fasad dan ruang transisi pada ketinggian 12 m seperti double skin atau secondary skin

4.2.6 Vegetasi

Peninjauan vegetasi merupakan analisa dengan pengamatan atau observasi dengan tujuan untuk melihat pembayangan vegetasi yang jatuh kedalam lahan atau bangunan karena akan mempengaruhi suhu bangunan. Analisa ini juga untuk melihat posisi, besar dan tingginya vegetasi, karena vegetasi akan menghalangi laju

aliran angin yang juga mempengaruhi kenyamanan pengguna bangunan. Vegetasi berdampak pada konsep ruang transisi, karena vegetasi yang menghalangi kecepatan aliran angin memiliki penanganan elemen fasad yang berbeda untuk mendapatkan suhu dalam bangunan lebih optimal.

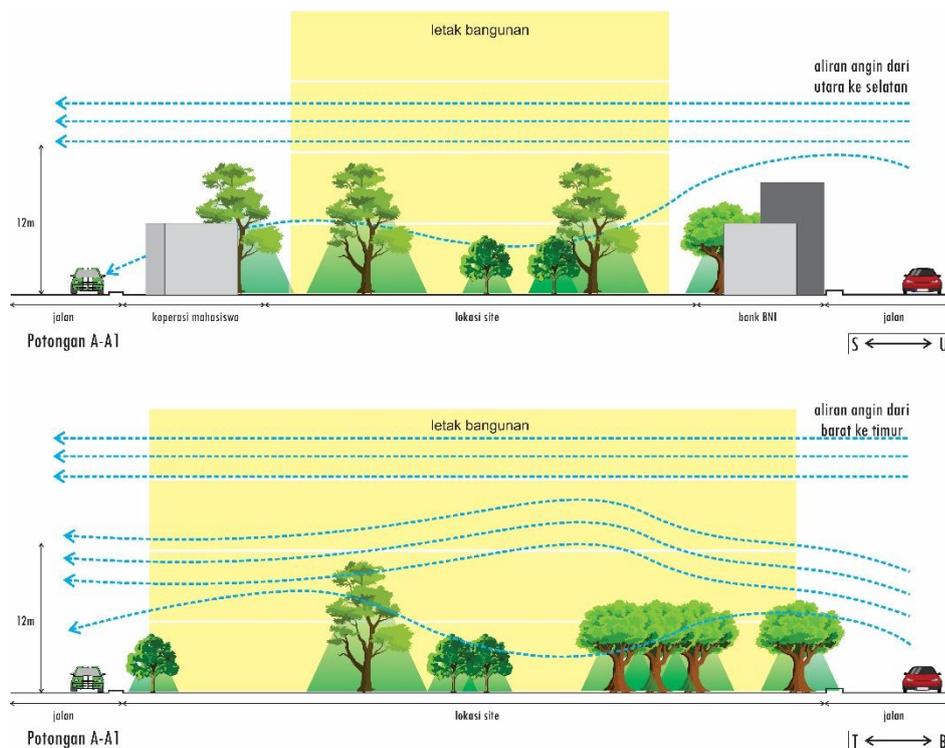
Vegetasi eksisting pada lahan tersebar di beberapa titik di dalam lokasi perancangan dengan ukuran yang bervariasi, mulai dari tinggi 2 meter hingga yang paling besar dengan tinggi 12 meter, pohon-pohon ini dapat dimanfaatkan sebagai peneduh pada *courtyard* sebagai ruang interaksi mahasiswa atau peneduh untuk pejalan kaki dan parkir kendaraan. Pohon yang area teduhnya sebaiknya dipertahankan, sementara untuk tang kecil seperti pohon pisang atau jambu boleh di hilangkan.



Gambar 4.13 Posisi, besar dan tinggi vegetasi pada lokasi perancangan

Pohon yang memiliki tinggi 6 - 12 meter dan area teduh yang luas sebaiknya digunakan sebagai peneduh ruang interaksi mahasiswa. Vegetasi dengan ukuran tersebut tersebar pada lokasi rancangan, sehingga sangat memungkinkan bangunan akan mengikuti posisi pohon, posisi pohon dapat digunakan sebagai ruang terbuka, karena pohon juga akan memberikan pembayangan pada bangunan dan angin yang dimasukan kedalam bangunan adalah angin sejuk, pohon juga akan menyaring debu yang terbawa oleh angin sehingga angin yang masuk kedalam bangunan dan pohon bermanfaat untuk mengurangi kecepatan angin sehingga angin yang masuk kedalam bangunan adalah angin tenang atau angin sepoi-sepoi.

Hasil dari analisa vegetasi pada lokasi perancangan yaitu posisi vegetasi akan mempengaruhi bentukan bangunan, karena bangunan akan memanfaatkan vegetasi yang tingginya diatas 6 meter dianggap akan membantyu menurunkan suhu dalam bangunan dan untuk menyaring angin. Alternatif yang kedua dengan merancang massa bangunan yang di buat beberapa massa terpisah atau membuat *scoop* ruang untuk memanfaatkan vegetasi tersebut agar tidak merubah posisi dari vegetasi tersebut dan posisi pohon dapat digunakan sebagai plaza atau *courtyard* sebagai ruang interaksi dan sebagai kontrol suhu ruang dalam.



Gambar 4.14 Pembayangan vegetasi dan pengaruh angin terhadap vegetasi existing

Vegetasi juga akan mempengaruhi penggunaan elemen ventilasi yang akan digunakan, ventilasi yang tidak berdekatan dengan pohon perlu penyaring angin yang dapat mengurangi kecepatan angin dan panas matahari. Hasil analisa vegetasi eksisting tersebut, vegetasi merupakan potensi (*asset*) bagi rancangan, namun dapat menjadi batasan (*constraint*) yang mempunyai pengaruh terhadap keputusan rancang (massa dan bentuk) dan aplikasi konsep ruang transisi.

Tabel 4.3 Hasil analisa view

zona	asset / constraint	analisa
utara	Asset Vegetasi dapat membayangi bangunan Constraint posisi vegetasi tidak beraturan	Vegetasi mempengaruhi desain ventilasi. Posisi dan bentuk massa bangunan mengikuti posisi vegetasi.
selatan	Asset Vegetasi dapat membayangi bangunan Constraint posisi vegetasi tidak beraturan	Vegetasi mempengaruhi desain ventilasi. Posisi dan bentuk massa bangunan mengikuti posisi vegetasi.
timur	Asset Vegetasi dapat membayangi area parkir Constraint posisi vegetasi tidak banyak	Tidak cukup mempengaruhi konsep ruang transisi
barat	Constraint posisi vegetasi tidak beraturan	Posisi dan bentuk massa bangunan mengikuti posisi vegetasi.

4.2.7 Angin

Aliran angin pada lahan merupakan *force* yang akan diteliti lebih detail terkait *asset* dan *constraint* yang nantinya diterjemahkan menjadi peluang-peluang yang memungkinkan untuk dielaborasi untuk penerapan konsep ruang transisi. Peninjauan angin merupakan analisa tahap dengan pengamatan atau observasi. Data didapatkan dari berbagai sumber relevan seperti BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) dan Rencana tata ruang kota Palu dan melalui *software* iklim berbasis online. Aliran angin akan mempengaruhi penurunan suhu pada bangunan dengan *force* angin sebagai penghawaan alami, ruang transisi akan mengelola angin pada fasad, orientasi dan bentuk serta pengelolaan ruang dalam bangunan untuk tujuan perpustakaan hemat energi.



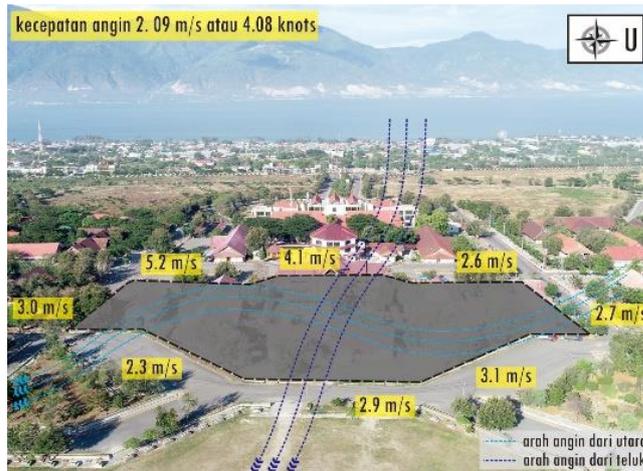
Gambar 4.15 Pergerakan angin musim kemarau dan musim hujan wilayah Indonesia

Tabel 4.4 Data statistik terkait pergerakan angin kota Palu

No	Bulan	Iklim Kota Palu			
		Curah Hujan (mm/bulan)	Kelembaban Udara (°)	Kecepatan Angin (M/s)	Arah Angin Terbanyak
1	Januari	2.6	75	2.57	Utara
2	Februari	0.6	71	2.57	Utara
3	Maret	2	70	2.57	Utara
4	April	3.3	76	2.05	Utara
5	Mei	4.9	82	1.54	Utara
6	Juni	6.5	81	1.54	Barat Laut
7	Juli	2.5	79	2.05	Barat Laut
8	Agustus	2.5	73	2.05	Utara
9	September	2.6	71	2.05	Utara
10	Oktober	4.9	74	2.05	Utara
11	November	3.3	78	2.05	Utara
12	Desember	3.2	77	2.05	Utara
	Rata-rata	3.24	75.58	2.09	Utara

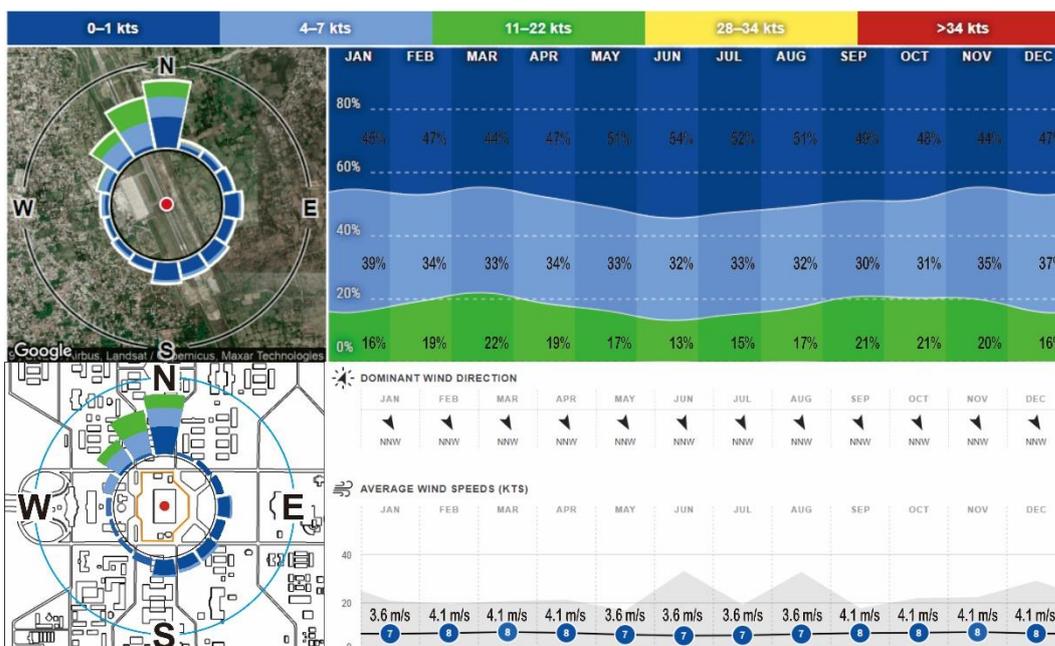
Sumber : Rencana tata ruang kota palu (2006-2025)

Dari data tersebut kita dapat melihat arah angin terhadap site, angin yang datang terus menerus selama bulan Januari-Mei dan Agustus-Desember dari arah utara sementara dari arah teluk atau barat laut angin datang terus menerus pada bulan Juni-Juli, kedua arah angin ini memiliki kecepatan rata-rata 4.08 knots atau 2.09 m/s. Bangunan sekitar juga mempengaruhi arah angin tersebut, karena posisi tapak tidak berhadapan langsung dengan teluk.

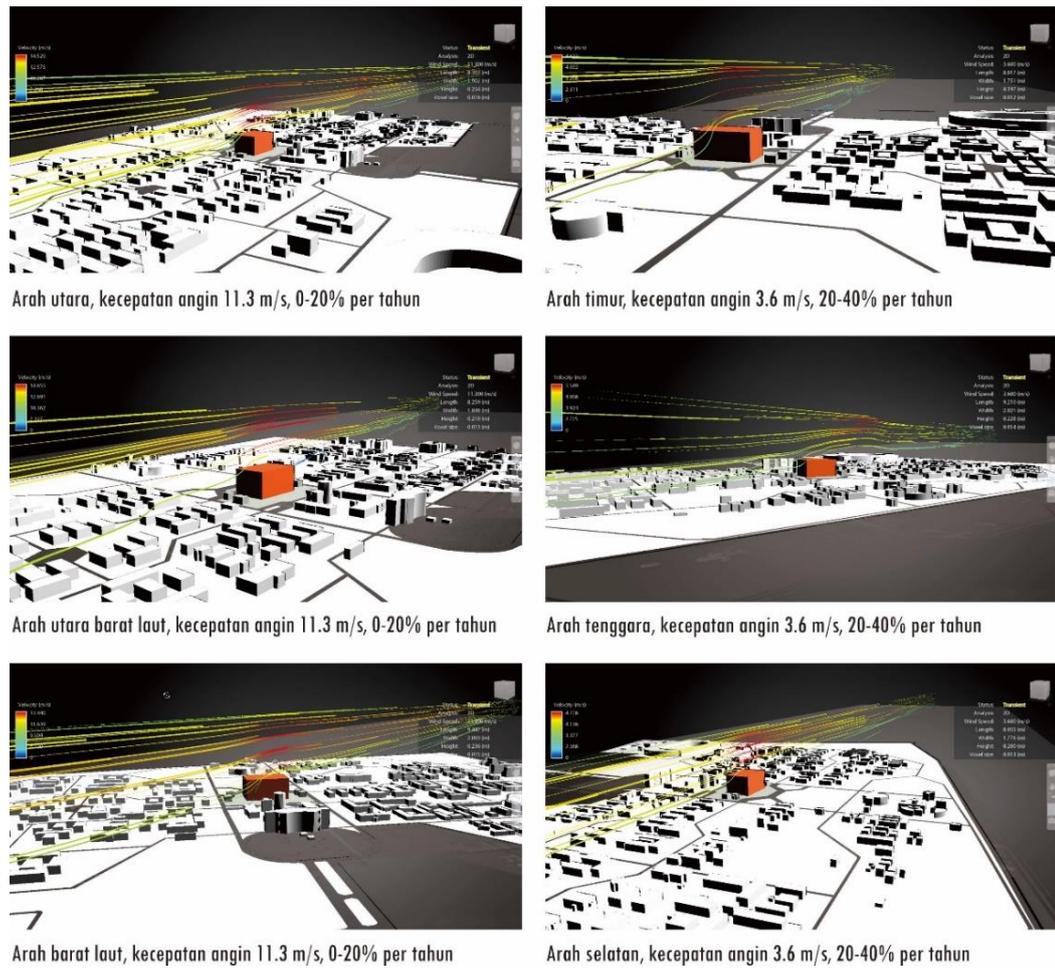


Gambar 4.16 Observasi arah angin dengan alat ukur anemometer pada lokasi site

Sementara ketika dilakukan survei atau observasi dengan menggunakan alat ukur (digital anemometer) di sekeliling tapak, kecepatan angin yang didapatkan berbeda, kecepatan paling rendah berada pada 2.3 m/s, hal ini terjadi karena lokasinya yang tertutupi oleh bangunan, sementara kecepatan paling tinggi berada pada lokasi depan tapak, yaitu sebesar 5.2 m/s karena merupakan pertemuan angin dari Timur dan Utara, melihat dari kondisi tapak yang berada diantara teluk dan pegunungan, angin datang tidak secara terus menerus datang dari Utara, sesekali datang dari arah laut (Barat) dan perbukitan (Timur).



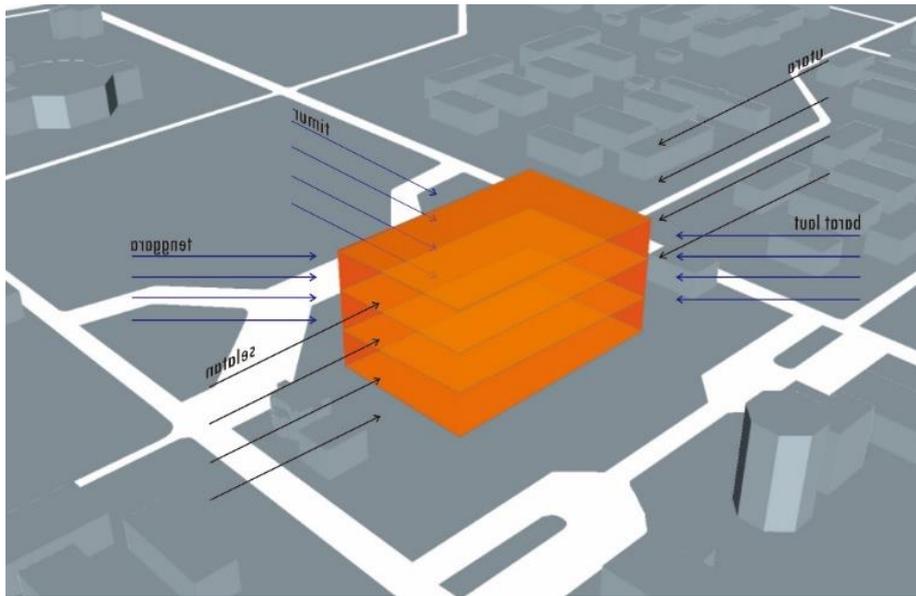
Gambar 4.17 Windrose lahan perancangan dan statistik pergerakan angin stasiun BMKG bandara mutiara Palu (sumber : www.windfinder.com)



Gambar 4.18 Simulasi aliran angin pada lokasi perancangan dengan *software* Autodesk flow design

Dari data diatas (gambar 4.16), di dapatkan aliran angin secara konstan datang dari setiap penjuru mata angin (Utara, Selatan, Barat dan Timut), hal ini di akibatkan oleh angin musim kemarau dan penghujan yang mengalir dari arah Utara dan Selatan, sementara dari arah Barat angin teluk yang masuk kedaratan dan dari arah Timur disebabkan angin pegunungan yang menuju ke teluk.

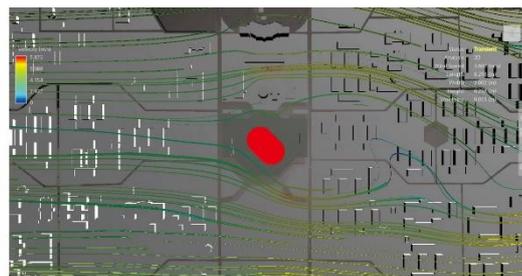
Sementara aliran angin paa lokasi tapak, aliran paling besar berasal dari arah Utara, Utara barat laut dan Barat laut, dengan maksimal kecepatan angin sebesar 11.3 m/s dengan intensitas rata-rata 0-20% per tahun, kecepatan angin terbesar kedua berasal dari arah Timur, Tenggara dan Selatan, dari arah Utara, dengan maksimal kecepatan angin sebesar 3.6 m/s dengan intensitas rata-rata 20-40% per tahun. Dengan demikian bangunan akan menerima terpaan angin dari hampir semua arah, namun dari arah Utara dengan intensitas terbesar.



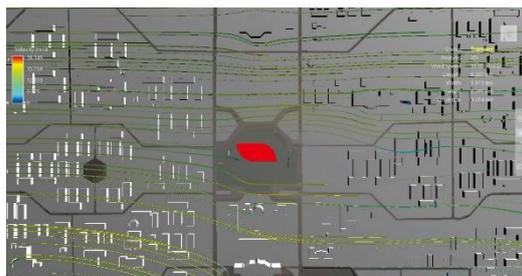
Gambar 4.19 Potensi arah angin dari sisi Utara, Barat laut, Selatan, Tenggara dan Timur pada bangunan perancangan



Arah utara, kecepatan angin 11.3 m/s, 0-20% per tahun



Arah selatan, kecepatan angin 3.6 m/s, 20-40% per tahun



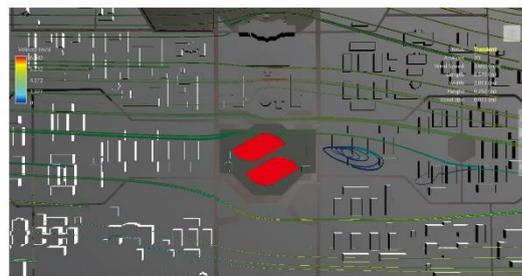
Arah utara, kecepatan angin 11.3 m/s, 0-20% per tahun



Arah selatan, kecepatan angin 3.6 m/s, 20-40% per tahun



Arah utara, kecepatan angin 11.3 m/s, 0-20% per tahun



Arah selatan, kecepatan angin 3.6 m/s, 20-40% per tahun

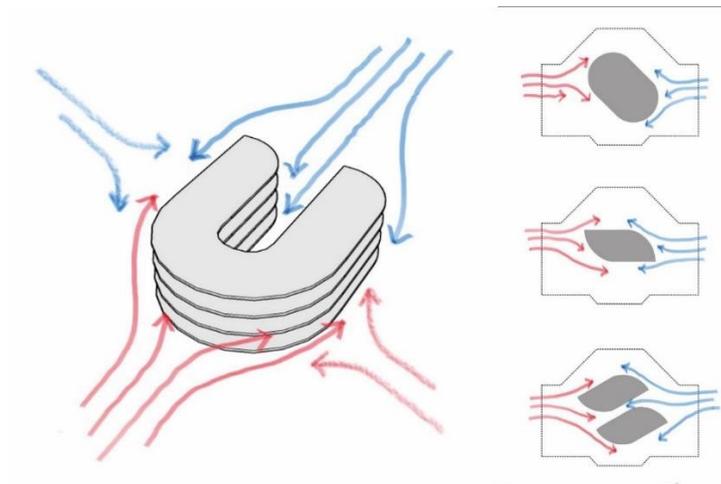
Gambar 4.20 Analisa aliran angin (Utara dan Selatan) pada berbagai bentuk massa

Berdasarkan simulasi (gambar 4.19), laju aliran angin akan semakin cepat pada ketinggian di atas 12 meter, hal ini dikarenakan angin melaju tanpa ada penghalang, angin pada ketinggian tersebut akan menguntungkan untuk dimasukan kedalam bangunan dan dapat mencapai bagian bangunan yang lebih dalam dibandingkan dengan aliran angin di bawah 12 meter. Hal ini merupakan sesuatu yang positif untuk menerapkan konsep ruang transisi, dimana bagian permukaan bangunan di ketinggian di bawah 12 meter dapat digunakan sebagai teras-teras (ruang pada permukaan bangunan) untuk pengguna karena aliran angin pada ketinggian ini nyaman bagi pengguna, sementara pada ketinggian diatas 12 meter angin dapat dialirkan melalui koridor dalam agar dapat mengontrol suhu bagian dalam bangunan.

Berdasarkan bentuk bangunan terhadap angin, bentukan melengkung bertujuan untuk bentukan dinamis yang meneruskan laju angin pada ruang yang membutuhkan aliran angin (sesuai kajian pustaka), perlu diperhatikan lokasi site bagian utara dan selatan terdapat bangunan dan pepohonan, sehingga bentukan tersebut akan lebih optimal diterapkan pada ketinggian diatas 12 meter. Sehingga pada penerapan lantai bangunan sebaiknya pada lantai 1 sampai 2 bukaan yang diterapkan berupa bukaan untuk courtyard atau void saja, sementara untuk lantai 2 dan seterusnya menerapkan desain bangunan untuk mengatur laju aliran angin.

Tabel 4.5 Hasil analisa angin

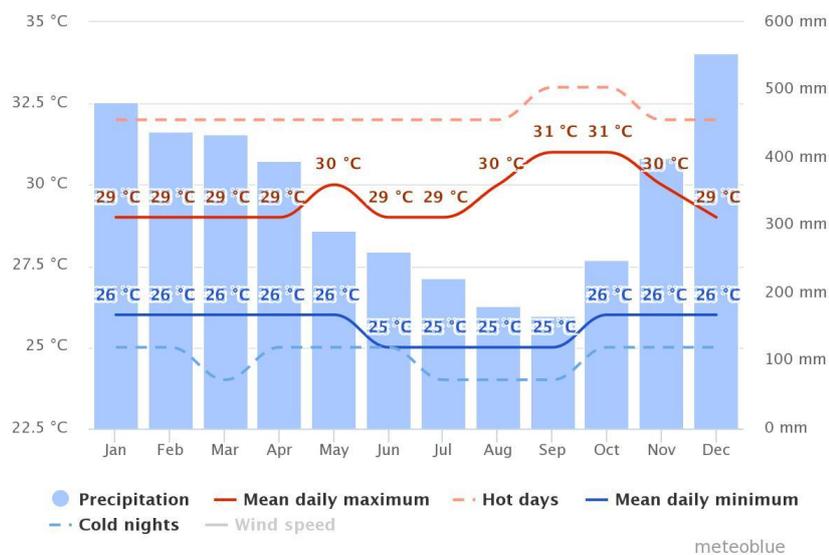
zona	asset / constraint	analisa
utara	Asset Angin datang secara konstant sehingga dapat dialirkan sampai kedalam bangunan Constraint Angin kencang pada ketinggian diatas 12m	Pada ketinggian dibawah 12 meter digunakan balkon dan ruang terbuka untuk memanfaatkan angin sepoi-sepoi, pada ketinggian diatas 12 meter angin dimasukan melalui koridor untuk di distribusikan ke ruang dalam
selatan	Asset Distribusi angin pada sore hari cukup kencang	Pada fasad bangunan memerlukan elemen desain penghalang atau pemecah angin agar dapat disalurkan pada area ruang dalam
timur	Asset Laju angin dari arah perbukitan cukup kencang	Dapat digunakan sebagai second enterance namun butuh penyaring angin sehingga nyaman untuk pengguna
barat	Asset Angin dari arah teluk cukup kencang namun tidak konstant	Sebagai enterance utama sebaiknya posisi bukaan sedikit dimiringkan agar tida menerima langsung aliran angin teluk



Gambar 4.21 Bentuk massa bangunan yang merespon force (*asset/constraint*) aliran angin

4.2.8 Pencahayaan Matahari dan Temperatur

Peninjauan pencahayaan matahari merupakan analisa tahap dengan pengamatan dan pencarian data dengan tujuan untuk mengetahui waktu terpanas pada lahan, arah radiasi matahari pada lahan, pergerakan angin berkaitan erat dengan pergerakan matahari. Data didapatkan dari berbagai sumber relevan seperti bmkg dan Rencana tata ruang kota Palu dan melalui software iklim berbasis online. Panas matahari akan mempengaruhi penurunan suhu pada bangunan dan cahaya matahari memberikan pencahayaan alami bagi pengguna bangunan, elaborasi antara analisa angin dan matahari ini akan mempengaruhi penerapan konsep ruang transisi dan perpustakaan hemat energi.



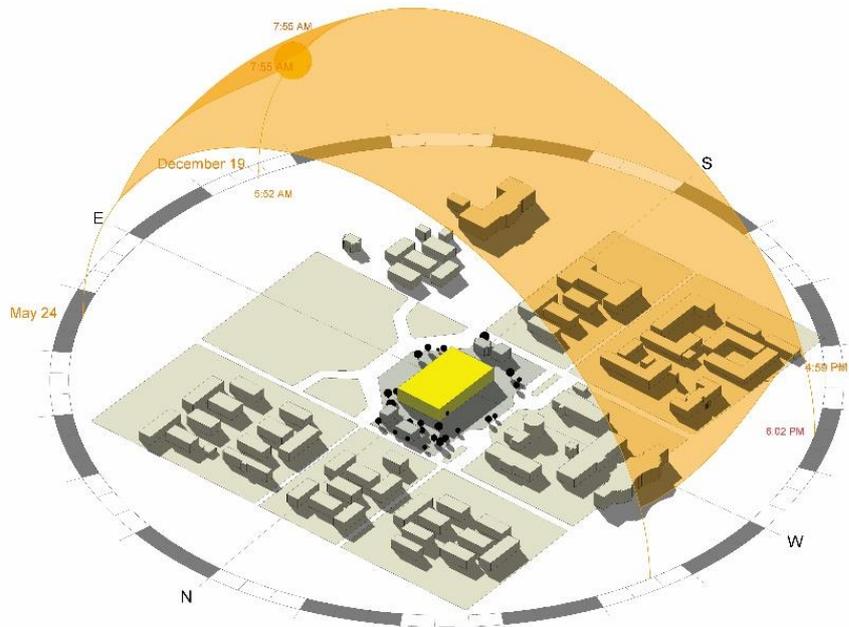
Gambar 4.22 Rata-rata suhu dan curah hujan kota Palu, suhu tertinggi 31 ° (sumber : meteoblue.com)

Tabel 4.6 Rata-rata temperatur suhu dan besaran radiasi matahari di kota Palu

Peninjauan Matahari	bulan												Rata-rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	
Kelembapan (%)	75	71	70	76	82	81	79	73	71	74	78	77	75.58
Temperatur (°)	27.5	25.4	28.1	26.8	27.3	26.2	27	27.8	27.4	28.1	26.5	27.3	27.12
Radiasi (%)	62	59	73	61	60	67	62	78	70	67	50	42	62.58

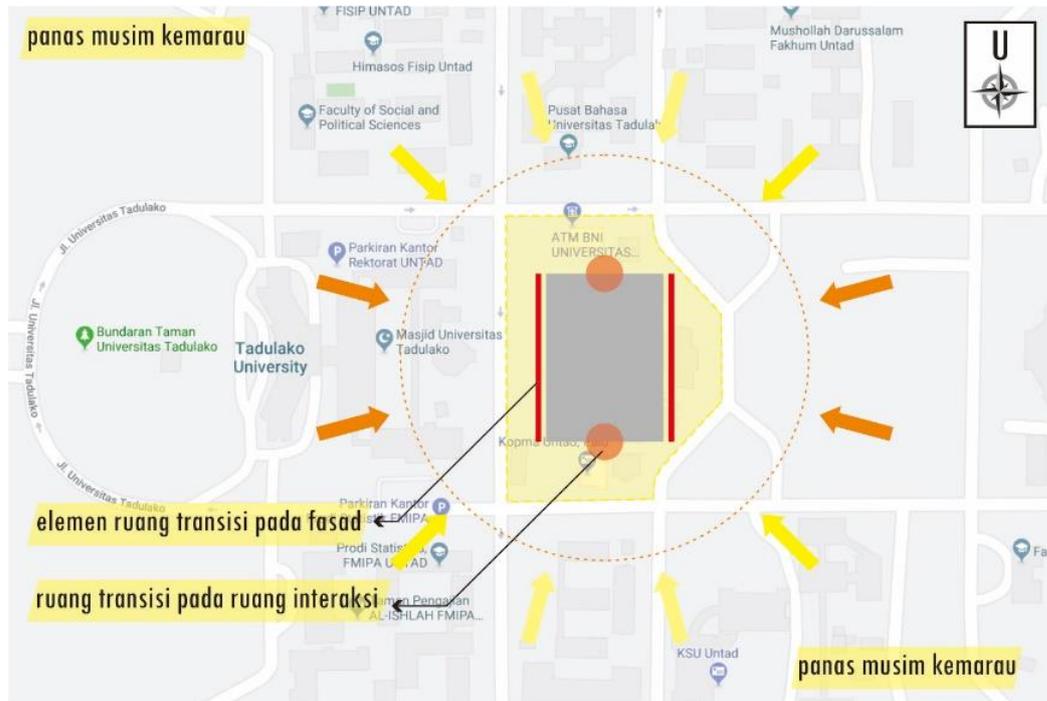
Sumber : Rencana tata ruang kota palu (2006-2025)

Lokasi perancangan perpustakaan hemat energi berada di kota Palu, sama halnya dengan daerah-daerah lain yang ada di Indonesia, kota Palu memiliki dua musim, yaitu musim panas dan musim hujan. Musim panas terjadi antara bulan April - September, sedangkan musim hujan terjadi pada bulan Oktober - Maret. Dari tabel diatas dapat dilihat kelembaban udara tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan kelembaban 82 %, dimana rata-rata kelembaban udara adalah 75,58 %. Hasil pencatatan temperatur udara rata-rata suhu udara adalah 27,12 °C, dengan temperatur terendah terjadi pada bulan Februari yaitu sebesar 25,4 °C dan temperatur tertinggi terjadi pada bulan Maret dan bulan Oktober sebesar 28,1 °C. Radiasi matahari atau penyinaran matahari tertinggi terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 78 % dan radiasi matahari terendah terjadi di bulan Desember sebesar 42 %, dengan rata-rata radiasi matahari adalah 62,58 %.



Gambar 4.23 Simulasi arah sinar matahari pada saat matahari berada di arah timur pukul 07.55 WITA (24 Mei – 22 November) menggunakan Autodesk Revit

Dengan metode simulasi Sunpath Autodesk Revit (Gambar 4.22), didapatkan pengamatan tapak terhadap jalur matahari, paparan matahari konsisten dari arah timur ke barat, sementara pada sisi utara dan selatan sedikit terlindungi oleh bangunan sekitar.

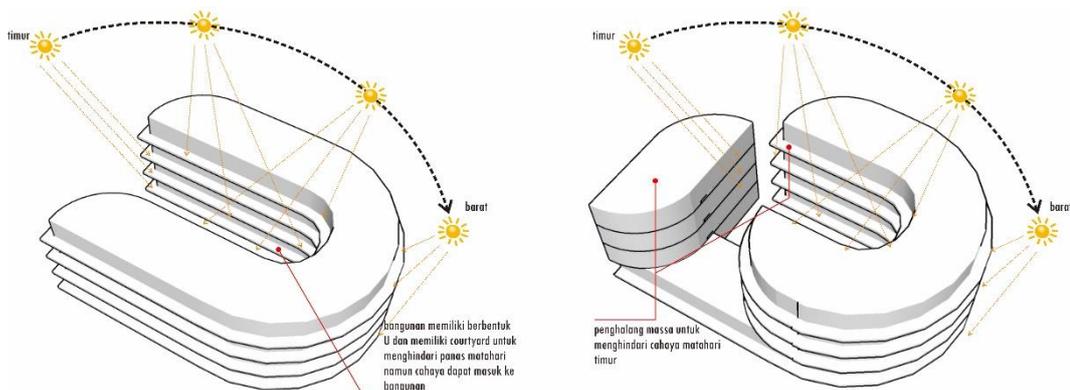


Gambar 4.24 Sisi yang perlu mengelola panas matahari dengan konsep ruang transisi untuk menurunkan temperatur dan pencahayaan alami

Tabel 4.7 Hasil analisa pencahayaan matahari dan temperatur

zona	asset / constraint	analisa
utara	Asset Paparasi matahari tidak langsung	Area teduh dan dapat dijadikan area interaksi Berpotensi untuk bukaan cahaya alami dan pertimbangan bentuk dan fasad
selatan	Asset Paparasi matahari tidak langsung	Area teduh dan dapat dijadikan area interaksi Berpotensi untuk bukaan cahaya alami dan pertimbangan bentuk dan fasad
timur	Asset Cahaya yang di terima cukup melimpah pada pagi hari Constraint Paparasi matahari langsung pada pagi hari	Perlu desain untuk kontrol cahaya dan temperatur shading, tanaman vertikal, overhang, double skin atau balkon sebagai pembayangan. Penerapan ruang transisi sangat diperlukan

zona	asset / constraint	analisa
barat	Asset Cahaya yang di terima cukup melimpah pada sore hari Constraint Paparan matahari langsung pada sore hari	Perlu desain untuk kontrol cahaya dan temperatur shading, tanaman vertikal, overhang, double skin atau balkon sebagai pembayangan Penerapan ruang transisi sangat diperlukan



Gambar 4.25 Bentuk U pada bangunan menciptakan *courtyard* untuk memasukan cahaya matahari dan mengurangi panas berlebih serta massa penghalang sinar matahari dari Timur

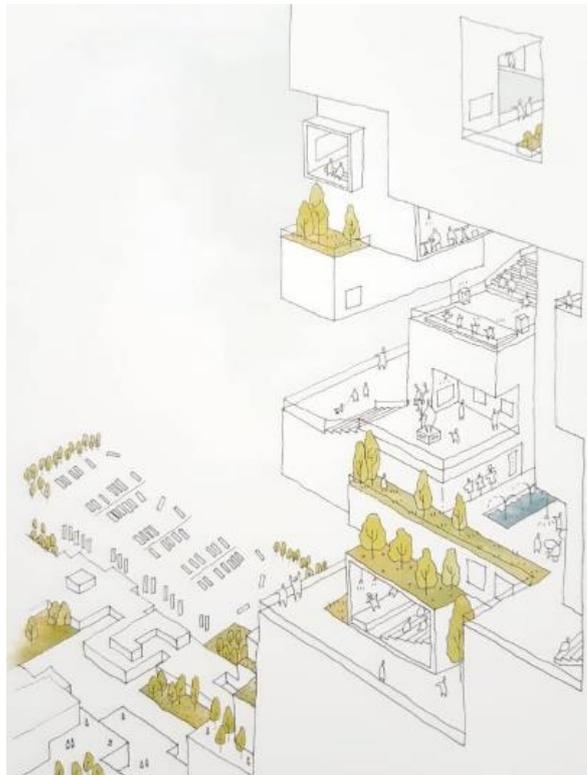
4.3 Analisa Budaya (*Culture*)

4.3.1 Ruang Interaksi

Pada bangunan perpustakaan Universitas Tadulako yang merupakan tempat untuk mahasiswa mendapatkan referensi dan juga berupaya memwadhahi kegiatan bersosial antar pengguna perpustakaan. Sebagaimana pada kegiatan International Games Day pada Perpustakaan Pusat ITB membuktikan bahwa perpustakaan bukan hanya sekedar buku. Program bermain di perpustakaan mendorong interaksi pengunjung dari berbagai umur dan budaya. Ketika permainan berevolusi menjadi lebih dinamis dan menuntut sosialisasi dan interaksi, perpustakaan juga terus berkembang. Perpustakaan saat ini dituntut bukan hanya menjadi tempat membaca buku melainkan juga sebagai pusat belajar dan interaksi antar komunitas. Layanan tradisional penyediaan buku harus tetap dipertahankan, tetapi inovasi seperti program permainan keluarga juga dapat dilakukan untuk menghilangkan kesan kaku pada perpustakaan. "Perpustakaan selalu berkembang dan menembus generasi," Maureen Sullivan (2012), presiden Asosiasi Perpustakaan Amerika.

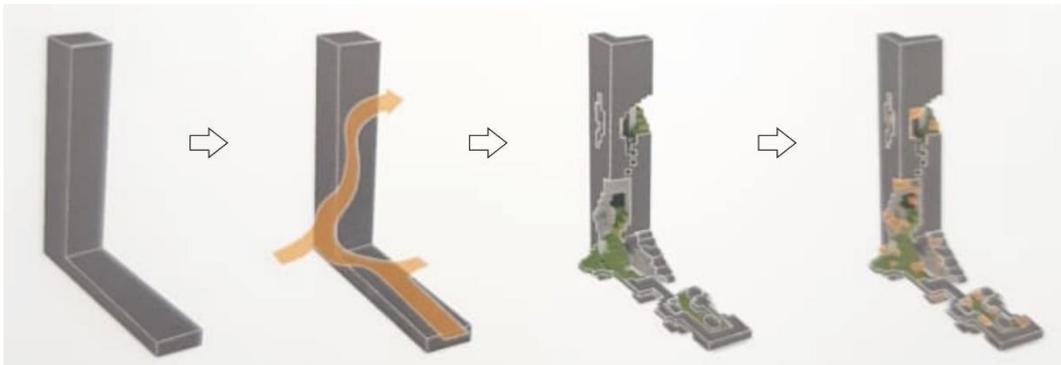
Ruang interaksi sosial pada bangunan perpustakaan justru akan mempunyai keuntungan dan menjadi nilai tambah (*added value*). Hal tersebut dapat menjadi

potensi (*asset*) dalam bangunan perpustakaan ini. Karena ruang tersebut selain mendukung kegiatan berperpustakaan juga sesuai dengan konsep ruang transisi untuk bangunan hemat energi.



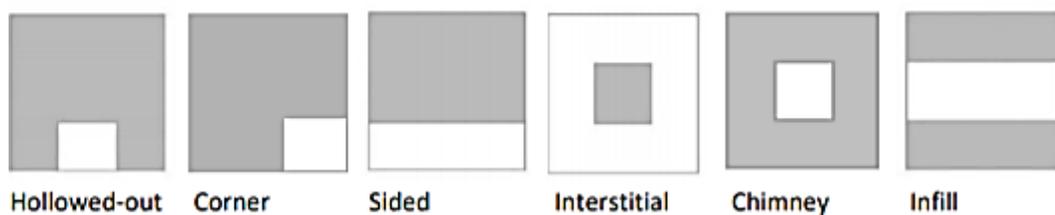
Gambar 4.26 Perletakan *balcony* dan *courtyard* sebagai ruang interaksi (Park, 2014)

Skycourt, *balcony* dan atrium yang merupakan ruang terbuka ataupun ruang transisi berfungsi sebagai aliran angin pada ruang-ruang dalam bangunan (Yeang, 1994). Selain untuk *passive cooling*, *balcony* dan *courtyard* pada perancangan perpustakaan ini dapat difungsikan sebagai ruang interaksi dan relaksasi pengguna bangunan. Atrium atau *courtyard*, sebagai ruang bersosialisasi yang bersifat informal sebagai ventilasi alami dan pencahayaan. Selain itu, *balcony* 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, ruang terbuka seperti *courtyard* dan *balcony* dapat meningkatkan level interaksi antar pengguna bangunan (Pomeroy, 2014). Pada perancangan perpustakaan hemat energi ini, *balcony* yang merupakan *asset* dirancang pada beberapa lantai di area zona semi privat (area ruang baca).



Gambar 4.27 Proses desain berdasarkan *airflow* dan terbentuknya *balcony* dan *courtyard* (Park, 2014)

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



Gambar 4.28 Konfigurasi layout skycourt pada bangunan (Pomeroy, 2014)

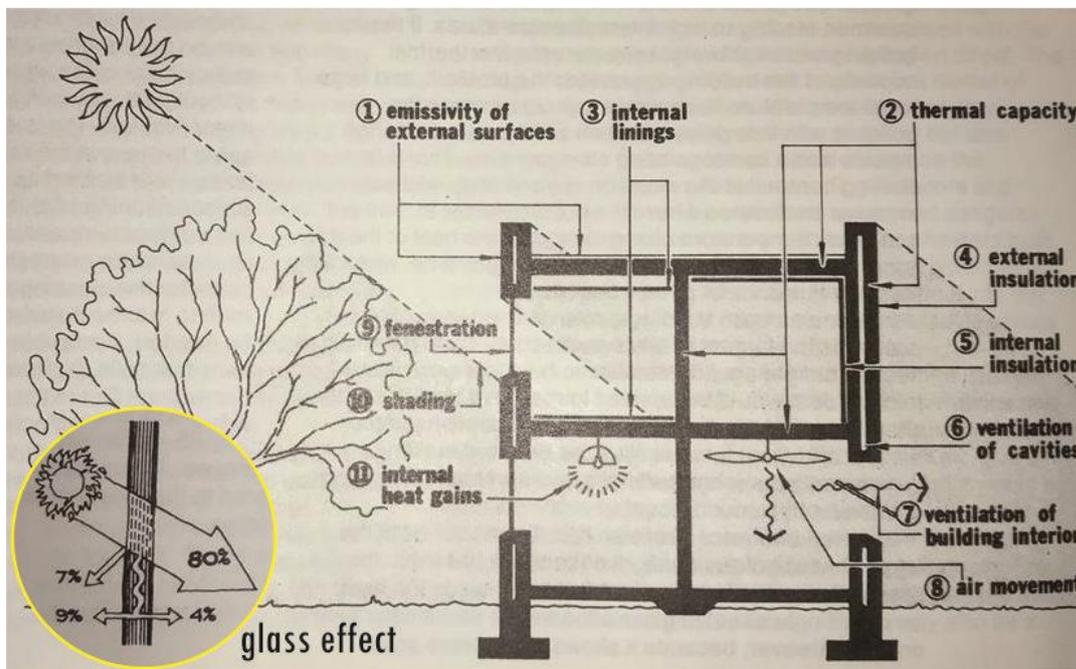
Menurut Kheir (2015), *balcony* dan *courtyard* dirancang bergantung sesuai aliran arah angin, orientasi matahari dan memanfaatkan vegetasi yang tersedia di lahan perancangan. Pada sisi Barat dan Timur merupakan sisi terpanas dari bangunan sehingga sebaiknya pada area ini dibutuhkan penghalang panas matahari berupa vegetasi, penerapan vegetasi pada balkon juga akan berfungsi untuk menyaring aliran angin sehingga angin yang masuk dalam bangunan lebih sejuk dan terhindar dari debu. Pada perpustakaan hemat energi ini, sisi Utara-Selatan merupakan sisi yang sejuk dan tidak terpapar langsung radiasi matahari dan sesuai dengan arah aliran angin, sehingga akan efektif untuk perletakan *balcony* atau *courtyard*. Sisi Utara dan Selatan merupakan potensi (*asset*) penerapan *balcony* pada perancangan ini.

Tabel 4.8 Hasil analisa ruang interaksi

zona	asset / constraint	analisa
utara	Asset Perletakan pada sisi utara cukup diperlukan mengingat sisi utara merupakan aliran angin terbesar	Penerapan skycourt kurang diperlukan, penerapan courtyard dapat dilakukan
selatan	Asset Aliran angin akan diteruskan ke <i>courtyard</i> dan dapat dijadikan ruang interaksi dari bangunan area selatan	Penerapan skycourt kurang diperlukan, penerapan courtyard dapat dilakukan
timur	Asset Paparan matahari terlalu panas, sehingga tidak nyaman dijadikan ruang interaksi	Penerapan <i>balcony</i> diperlukan dan sangat membantu untuk mengalirkan angin menuju <i>courtyard</i>
barat	Asset Paparan matahari terlalu panas, sehingga tidak nyaman dijadikan ruang interaksi	Penerapan skycourt kurang diperlukan, penerapan courtyard dapat dilakukan, lebih ke arah rung terbuka seperti lobby

4.3.2 Kenyamanan Ruang Perpustakaan

Lamis dalam McCabe & Kennedy (2003), mengatakan bahwa terdapat hal yang penting ketika akan mendesain ruang atau gedung perpustakaan dengan tema *green building* untuk mencapai perpustakaan hemat energi yaitu tempat bangunan (lingkungan), desain bangunan dan interior (bentuk dan sistem operasional), dan sistem engineering (penggunaan emisi).

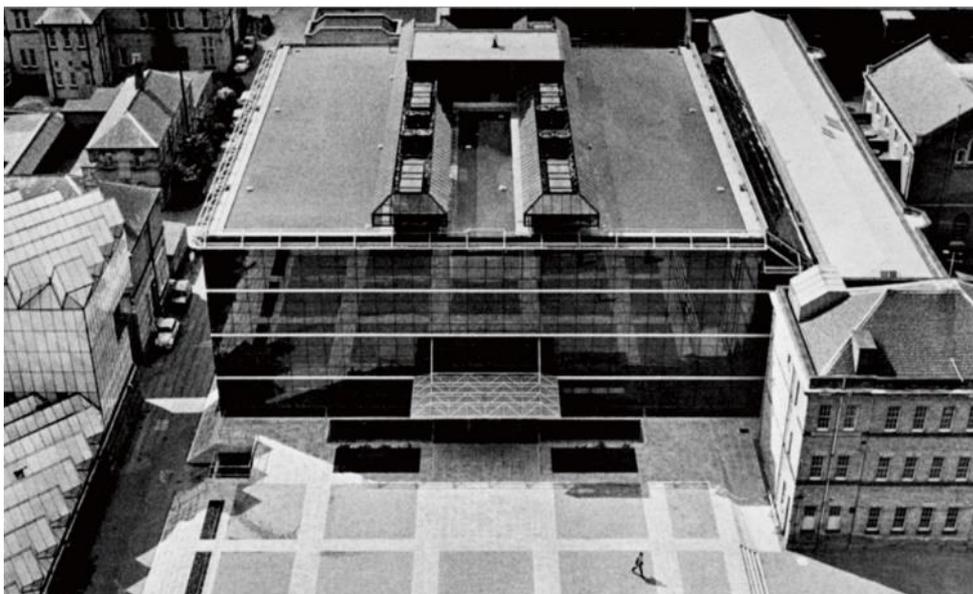


Gambar 4.29 Diagram faktor-faktor yang mempengaruhi dalam bangunan dan sedikit elemen pasif untuk menghindari panas (Thompson, 1989)

Memanfaatkan pencahayaan alami dari bukaan jendela yang menghadap ke matahari sangat baik, namun situasi seperti ini pendingin udara buatan tidak dapat digunakan karena bukaan pada jendela, sehingga penggunaan ventilasi mekanis (dapat buka dan tutup) yang memadai lebih memberikan kondisi yang memuaskan bagi pembaca, kekurangannya dengan kelembapan yang tidak terkontrol akan mengakibatkan buku menjadi rapuh. Sinar matahari langsung bahaya bagi pembaca karena meningkatkan tingkat panas, satu lembar kaca memungkinkan 80% panas matahari masuk.

Apabila tidak terlindung dari sinar matahari, bangunan-bangunan dengan jendela kaca yang luas akan menerima panas matahari yang sangat besar yang menyebabkan suhu ruangan tinggi. Dengan sedikit penundaan antara perubahan suhu di luar sebelum masuk kedalam bangunan akan sangat membantu kontrol termal bangunan.

Kelembaban udara pada bangunan dilihat dari seberapa banyak udara yang masuk ke gedung secara langsung, dan kelembaban yang dihasilkan oleh manusia di dalam gedung. Kelembaban yang rendah dapat mengeringkan kertas dan merusak kertas-kertas. Dalam ruangan tertutup dengan penggunaan AC, penting untuk memperhatikan tingkat kelembaban, di mana bahan-bahan rapuh dapat disimpan pada ruangan ini.



Gambar 4.30 Penerapan beberapa model ventilasi dan ruang kontrol thermal pada Leicester University Library (Thompson, 1989)

Tabel 4.9 Hasil analisa ruang perpustakaan

zona	asset / constraint	analisa
utara	Asset diorientasikan untuk memanfaatkan angin segar dan bersih melalui ventilasi	Penerapan <i>balcony</i> diperlukan dan sangat membantu untuk mengalirkan angin
selatan	Asset Aliran angin akan diteruskan ke <i>courtyard</i> dan dapat dijadikan ruang interaksi dari bangunan area selatan	Penerapan <i>balcony</i> diperlukan dan sangat membantu untuk mengalirkan angin
timur	Asset Paparan matahari terlalu panas, sifatnya tenang dapat menggunakan penghawaan buatan	dengan memanfaatkan vegetasi untuk melindungi bangunan dari angin kencang dan memasang kisi-kisi
barat	Asset penerapan ruang dengan penghawaan alami dapat area tepi bangunan dan koridor-koridor ruang dalam	Penerapan bukaan tidak di sarankan, dengan penggunaan material kaca dapat memasukan cahaya tanpa ada bukaan

4.4 Analisa Kebutuhan (Needs)

Analisa kebutuhan (*needs*) bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan ruang bagi pengguna bangunan, informasi tersebut berkaitan dengan program ruang, organisasi ruang, kebutuhan ruang (luas area), dan kebutuhan tentang penghawaan pada setiap ruangnya. Analisa kebutuhan didapatkan dengan metode pencarian literature. Metode pencarian literature didapat berdasarkan standard dari, Time Saver Standard, Neufert Architect Data, Standar Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Association of College and Research Libraries (Amerika), Department Education and Science (Inggris), studi jurnal dan literature yang relevan.

4.4.1 Program Ruang

Menurut Morris (1961), Pendekatan aktivitas sebagai langkah tidak langsung dalam merancang, penataan ruang harus menjadi hasil, bukan titik awal dari sebuah desain. Tata letak dikembangkan baik dari kegiatan, ruang dikembangkan berdasarkan kebutuhan pengguna dan berkembang, bukan berasal dari standar yang sama dari solusi yang pernah digunakan sebelumnya. Aktifitas pada perpustakaan universitas menyesuaikan dengan perpustakaan universitas lainnya, yang menjadi pembeda adalah adanya kegiatan yang bersifat ruang kreatif, hal ini diperuntukan untuk merangsang kreatifitas mahasiswa. Berikut kebutuhan komposisi ruang perpustakaan untuk perguruan tinggi menurut Standar Nasional Perpustakaan (2011) :

1. Area koleksi
 - a. Ruang penyimpanan buku
 - b. Loading dock
2. Area pemustaka
 - a. Ruang baca
 - b. Ruang belajar (laboratorium, studio, dll)
 - c. Ruang komunitas
 - d. Ruang interaksi (atrium hall, courtyard dan skycourt)
 - e. Ruang tamu
 - f. Ruang seminar
 - g. Lobby
 - h. Bioskop
 - i. Kantin & retail
3. Area kerja
 - a. Ruang administrasi
 - b. Ruang Pimpinan, manager dan operasional teknis
4. Area servis
 - a. Toilet
 - b. Gudang
 - c. Ruang kontrol komputer
 - d. Ruang pemeliharaan



Gambar 4.31 Pengelompokan zonasi pada kebutuhan ruang

Melihat dari komposisi kebutuhan program ruang dianalisa dan dikelompokkan menjadi empat kategori zona yakni zona publik, semi-publik, privat dan zona servis, dengan menentukan program ruang melalui

pengelompokkan kategori zonasi dan mempertimbangkan fungsi ruang akan mempermudah dalam menyusun sirkulasi (organisasi ruang) dan rencana luas area ruang (kebutuhan ruang). Organisasi ruang dalam perancangan disusun berdasarkan aktifitas pengguna bangunan.

Jenis perpustakaan yang digunakan adalah perpustakaan tertutup (*close access*), hal ini terkait dengan pertimbangan perpustakaan hemat energi yang memanfaatkan angin (*force*), untuk menghindari resiko rusaknya buku yang terkena angin langsung sehingga penanganan ruangnya berbeda. Sistem perpustakaan tertutup juga akan merangsang petugas perpustakaan menjadi lebih ahli dibidangnya, karna mengetahui secara jelas tentang suatu buku apabila diperlukan oleh pengguna perpustakaan karena akses pengambilan buku hanya boleh dilakukan oleh petugas.

Keuntungan dari sisi desain, untuk jenis perpustakaan tertutup adalah kita dapat menyatukan ruang baca dari semua fakultas universitas Tadulako, karena ruang baca terpisah dari ruang buku sehingga tidak perlu ruang baca sesuai dengan fakultasnya (kategori bukunya), karena apabila ruang baca menyesuaikan dengan kategori buku akan memperbanyak kebutuhan ruang, yang belum tentu semua ruang baca yang sesuai dengan fakultas yang akan digunakan oleh mahasiswa.

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 interaksi dan ruang pendukung seperti ruang belajar, komunitas, bioskop dan ruang-ruang lainnya.

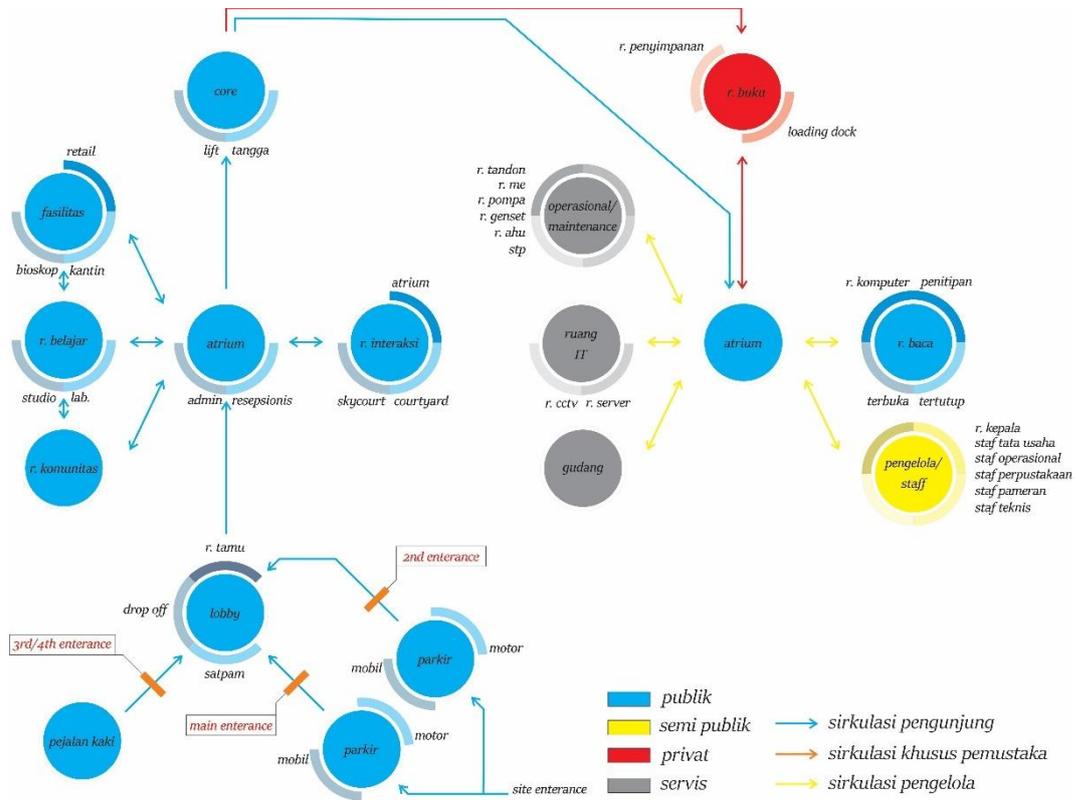
4.4.2 Organisasi ruang

Organisasi ruang dalam perancangan perpustakaan universitas Tadulako dikelompokkan berdasarkan zonasi dan aktivitas pengguna bangunan sesuai dengan data-data dan studi literatur. Zona publik dapat diakses oleh seluruh pengguna bangunan, zona semipublik dapat diakses oleh pengelola (managemen), staff maintenance, pengunjung (dengan syarat), zona privat diakses oleh petugas perpustakaan (pemustaka) dan zona servis khusus diakses oleh staff maintenance dan pengunjung (dengan syarat).

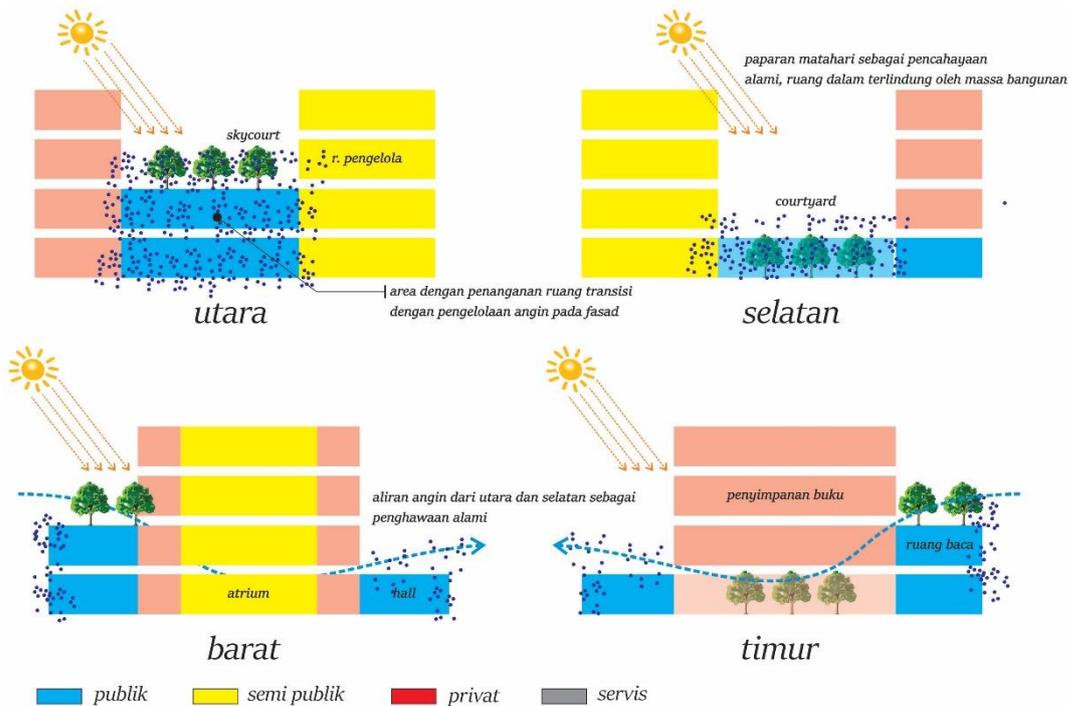
1. Aktivitas Zona Publik, merupakan area yang dapat di gunakan setiap pengunjung, tentu saja pada fasilitas ini perlu adanya persyaratan keamanan namun tidak terlalu ketat.
2. Aktivitas Zona Semi-Publik, merupakan area yang difungsikan sebagai kantor pengelola (managemen) sehingga tidak semua pengguna dapat mengaksesnya. Pengunjung/tamu dapat mengakses area ini dengan persyaratan tertentu.
3. Aktivitas Zona Privat, merupakan area khusus penyimpanan buku sehingga hanya dapat di akses petugas perpustakaan. Di area ini terdapat lift buku untuk menyalurkan buku-buku menuju ruang baca.
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.

Sirkulasi bangunan terpengaruh oleh posisi bangunan terhadap bangunan sekitarnya, dimana mahasiswa datang dari berbagai arah karena posisi site yang berada di tengah (*center*) universitas, sehingga *enterance* 4 *enterance*, pada sisi Barat merupakan *enterance* utama, sisi Timur merupakan *enterance* yang cukup besar, yang dapat di akses dengan kendaraan juga, untuk sisi Utara dan Selatan hanya dapat di akses pejalan kaki.

Pada perancangan perpustakaan hemat energi ini, angin menjadi potensi utama untuk mengontrol suhu dalam bangunan, oleh karenanya aspek desain perlu mempertimbangkan elemen *passive* yang digunakan, seperti *skycourt* yang merupakan *asset* dapat dirancang pada beberapa lantai di area zona publik (area ruang baca) untuk menerima penghawaan alami atau memasukanya pada ruang dalam bangunan. *Skycourt*, *courtyard* dan atrium berfungsi sebagai *passive cooling* bangunan dan sebagai ruang interaksi mahasiswa. Selain itu, berhubungan dengan konsep ruang transisi, ruang terbuka kecil dapat digunakan pada ruang baca atau ruang kerja mahasiswa berupa balkon-balkon, balkon yang diletakan dengan ruang terbuka di dalam bangunan seperti *courtyard* dapat berfungsi sebagai ruang pengendalian angin atau ruang untuk meneruskan aliran angin masuk ke dalam bangunan. Hal ini juga sebagai pembagi beban kebutuhan udara dingin pada ruang baca.



Gambar 4.32 Organisasi ruang dan sirkulasi pada perancangan perpustakaan hemat energi



Gambar 4.33 Diagram vertikal zonasi kebutuhan ruang perancangan perpustakaan hemat energi

4.4.3 Kebutuhan ruang

Rencana luas area kebutuhan ruang disesuaikan dengan menggunakan berbagai pendekatan dari berbagai sumber, pencarian literature didapat berdasarkan standard dari Time Saver Standard, Neufert Architect Data, Standar Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Association of College and Research Libraries (Amerika), Department Education and Science (Inggris), studi jurnal dan literature yang relevan.

Selain menggunakan pendekatan dari standar yang telah ada, untuk menentukan ruang sesuai dengan kebutuhan masing-masing ruang menggunakan pertimbangan:

1. Jumlah Pelaku (Kapasitas)
2. Standar atau dimensi Perabot
3. Pendekatan Studi Perilaku
4. Sirkulasi

Tabel 4.10 Rencana luas area kebutuhan ruang perancangan perpustakaan

zona	program ruang	standart	sumber	luas area (m ²)	kuant.	total area (m ²)
publik	Parkir area					
	- Mobil	2.3m x 5m	Dishub	11.5	-	-
	- Motor	0.75m x 2m	Dishub	1.5	-	-
	Lobi					
	- R.Tamu	9m x 9m	As	81	1	81
	- Satpam	3m x 3m	As	9	2	18
	- Drop off	4m x 12m	As	48	2	96
	Atrium	9m x 9m	As	81	1	81
	- Administrasi	5m x 6m	ACRL	30	1	30
	- Resepsionis	5m x 6m	ACRL	30	1	30
	R. Penyimpanan					
	- Buku wajib	9m ² /1000 buku	ACRL	9	1.5	13.5
	- Buku tambahan	9m ² /1000 buku	ACRL	9	3	27
	- Jurnal, arsip, skripsi, tesis	17m ² /1000 buku	ACRL	17	52	884
	R. Baca	2.5m ² /org	ACRL	2.5	862	2.155
	R. Display jurnal	9m ² /100 buku	ACRL	9	51.6	464,4 = 465
	Retail & katalog	5m x 6m	ACRL	30	10	300
	Bioskop	7m x 6m	DES	42	1	42
	Studio	7m x 6m	DES	42	10	420
	R. Seminar	30m x 40m	As	1200	1	1200
Laboratorium	5m x 6m	ACRL	30	5	150	
R. Komunitas	5m x 6m	ACRL	30	5	150	
R. Komputer	2m x 1m	As	2	40	80	

zona	program ruang	standart	sumber	luas area (m ²)	kuant.	total area (m ²)	
	R. Penitipan loker	0.4m ² /org	AJM	0.4	300	120	
	R. Fotocopy	8m x 6m	As	48	1	48	
	Kantin						
	- Dapur	15% ruang makan	NAD	7.8	2	15,6	
	- Kasir	1.5m x 2m	As	3	2	6	
	- Area makan	1.3m ² /org x 20	NAD	26	2	52	
	Ruang ibadah						
	- Musholah	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						6.623
	Sirkulasi 20%						1.324,6
Total zona publik						7.947,6	
semi publik	Pengelola						
	- R. Kepala	5m x 4m	ACRL	20	1	20	
	- R. Tamu	3m x 3m	MHB	9	1	9	
	- St. Tata usaha	3m x 5m	ACRL	15	1	15	
	- St. Operasional	3m x 5m	ACRL	15	1	15	
	- St. Perpust.	3m x 5m	ACRL	15	1	15	
	- St. Pameran	3m x 5m	ACRL	15	1	15	
	- St. Teknis	3m x 5m	ACRL	15	1	15	
	- R. Meeting	3m x 8m	MHB	24	2	48	
	- R. Arsip	4m x 4m	As	16	2	32	
	Inti bangunan						
	- Tangga	3m x 6m	PSBT	18	8	144	
	- Lift penumpang	3m x 3m	PSBT	9	1	9	
	- Lift barang	3m x 3m	PSBT	9	1	9	
	- Lift buku						
	Tangga darurat	3m x 6m	PSBT	18	4	72	
	Janitor	1.5m x 2m	As	3	1	3	
	Toilet	1.5m x 2m	NAD	3	2	6	
Total						427	
Sirkulasi 20%						85,4	
Total zona semi publik						512,4	
Private	R. Buku						
	Loading dock	16m ² /truck	As	16	2	32	
	- R. Arsip	8m x 6m	As	48	4	192	
	- Lift buku	0.6m x 0.6m	As	0.36	8	2,88	
	Total						226,88
Sirkulasi 20%						45,37	
Total zona privat						272,25	
Servis	R. Kontrol/IT						
	- R. CCTV	3m x 6m	As	18	1	18	
	- R. Server	3m x 6m	As	18	1	18	
	Operasional						
	- R. ME	3m x 6m	As	18	1	18	
	- R. Genset	3m x 6m	As	18	1	18	
	- R. AHU	3m x 6m	PSBT	18	4	72	
	- R. Pompa	3m x 6m	PSBT	18	1	18	
- Tandon	6m x 8m	As	48	1	48		

zona	program ruang	standart	sumber	luas area (m ²)	kuant.	total area (m ²)	
	- STP	6m x 8m	As	48	1	48	
	Gudang	5m x 6m	As	30	1	30	
	Total						288
	Sirkulasi 20%						57,6
	Total zona servis						345,6
	Total keseleruhan						9.077,85
	Total						9.080

ACRL : Association of College and Research Libraries

AJM : AJ Metric

DES : Department Education and Science

MHB : Metric Handbook

NAD : Neufert Arch Data

PSBT : Panduan sistem bangunan tinggi

TSS : Time Saver Standard

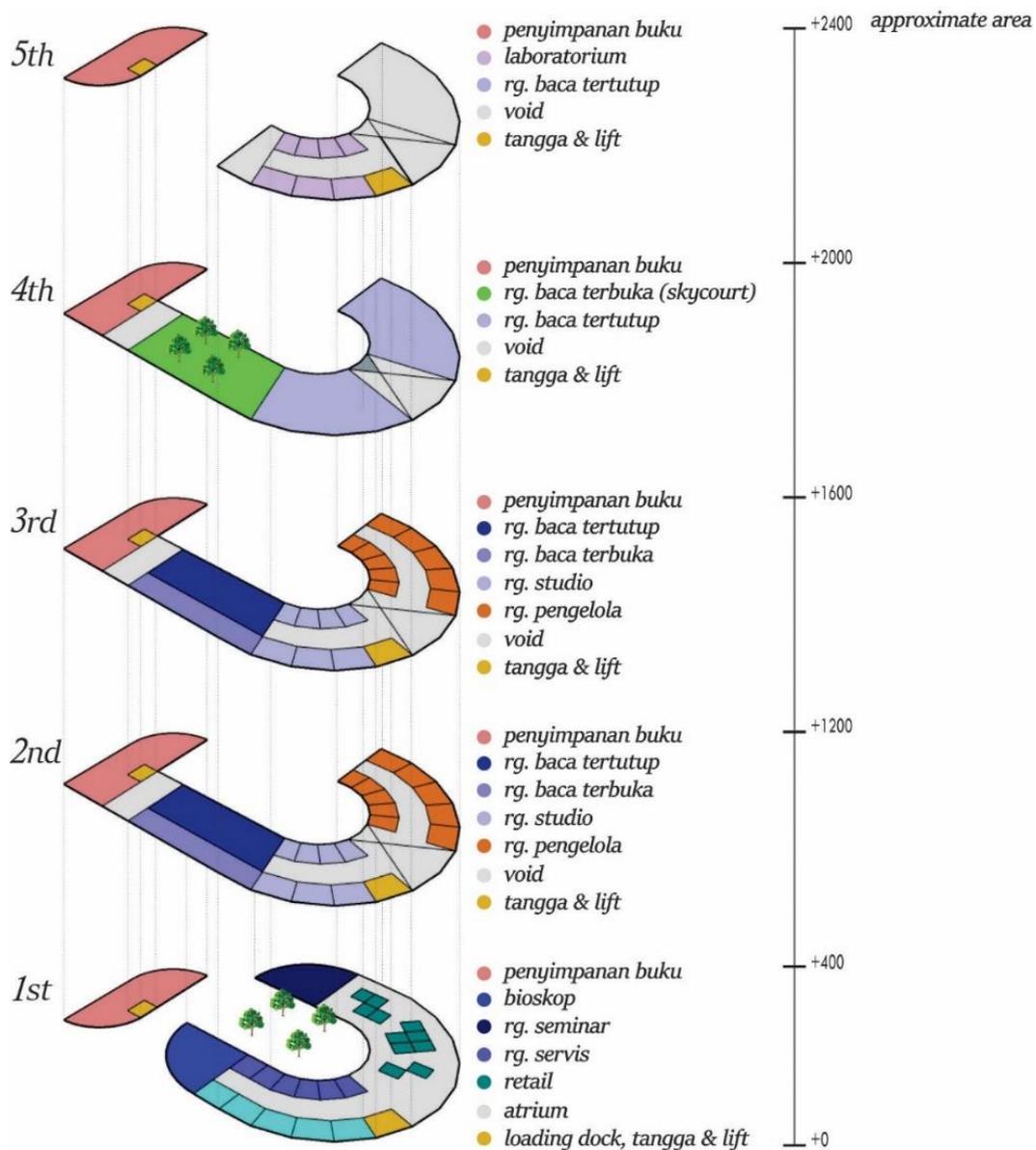
MAP : Manajemen Administrasi Perkantoran

As : Asumsi

Berdasarkan perhitungan dari rencana besaran ruang di atas, diperoleh hasil total luas keseluruhan adalah 9.080 m². Koefisien Lantai Bangunan (KLB) yang diijinkan maksimal 119.640 m² (max. 12 lantai). Luas lantai dasar bangunan yang diperbolehkan adalah 9.970 m², sehingga besaran ruang bangunan masih memenuhi syarat Koefisien Dasar Bangunan (KDB). Pada lantai dasar lebih banyak digunakan untuk ruang-ruang servis dikarenakan tuntutan KDB sebesar 70%, sehingga area untuk mengakomodasi ruang-ruang interaksi seperti *lobby*, *courtyard*, atrium dll. Parkir kendaraan tidak termasuk dalam perhitungan bangunan sebagaimana kajian sebelumnya, parkir pada perpustakaan tidak memiliki standar kebutuhan khusus, sebab fasilitas parkir termasuk dalam perencanaan universitas secara keseluruhan, karena fasilitas parkir dapat digunakan bangunan di sekitar.

Tabel 4.11 Rencana kapasitas pengguna

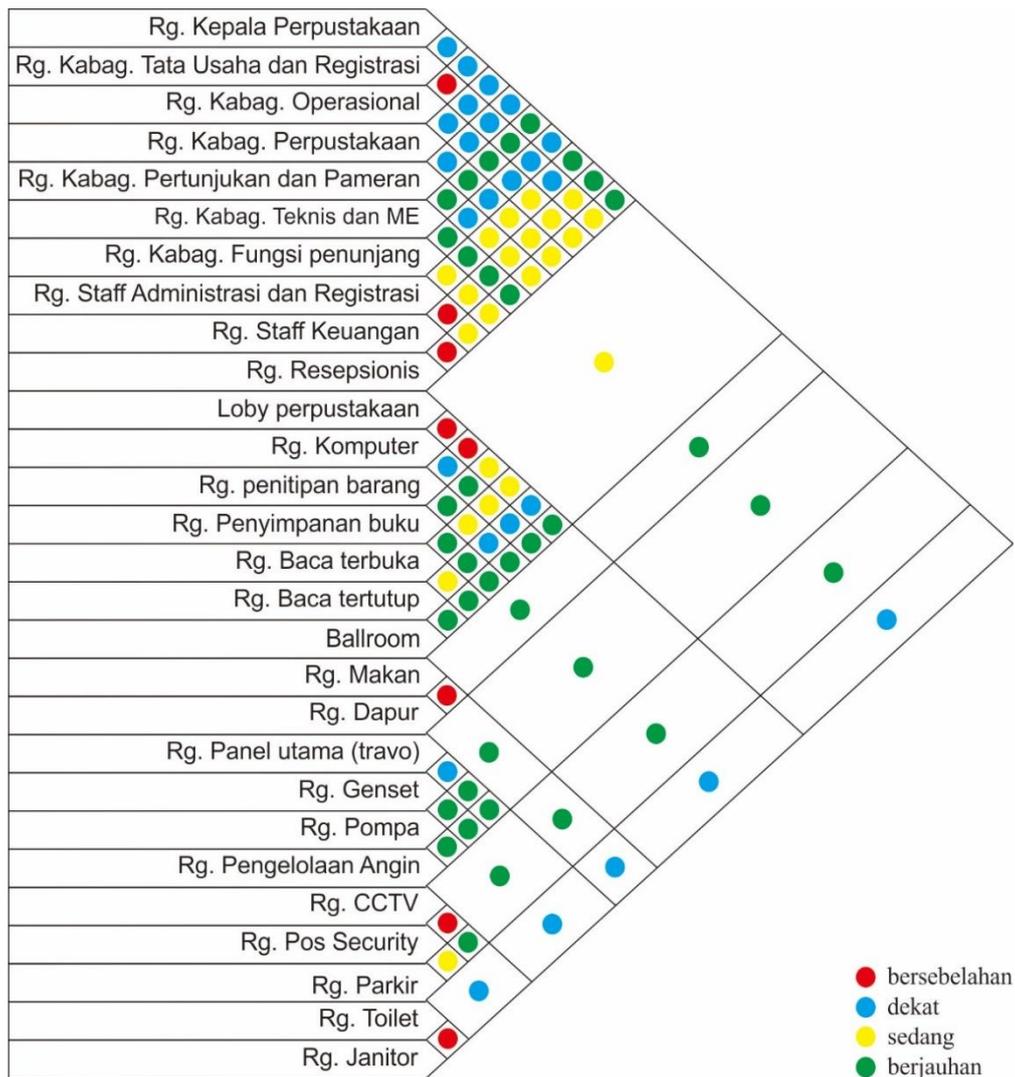
data okupansi bangunan				
item	sumber	nilai	qt	hasil
Σ pengunjung perpustakaan (mahasiswa)	Data okupansi	862 orang	1	862 orang
Σ pengunjung laboratorium	As	8 orang	10	80 orang
Σ pengunjung studio	As	8 orang	10	80 orang
Σ pengunjung bioskop	As	43 orang	1	43 orang
Σ pengunjung rg. komunitas	As	8 orang	10	80 orang
Σ pengunjung rg. seminar	As	43 orang	1	43 orang
Σ pengunjung/tamu	As	14 orang	3	42 orang
Σ pengelola manajemen	As	1 orang	13	13 orang
Σ petugas perpustakaan	As	6 orang	3	18 orang
Σ cleaning servis	As	10 orang	1	10 orang
Σ tenaga operasional & maintenance	As	2 orang	4	8 orang
Σ petugas kantin	As	2 orang	2	4 orang
Σ penghuni retail	As	2 orang	10	20 orang
Σ penghuni perpustakaan				1.303 orang



Gambar 4.34 Diagram rencana pembagian area pada perancangan perpustakaan hemat energi

4.4.4 Hubungan ruang

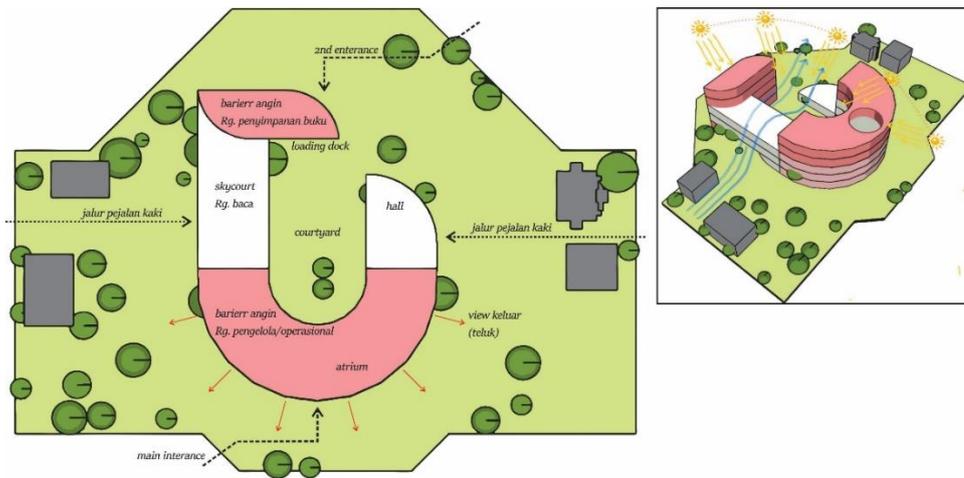
Setelah mengetahui besaran ruang selanjutnya perlu di elaborasikan dengan kajian hubungan ruang, hal ini bertujuan untuk penataan ruang pada bangunan sehingga diketahui hubungan kedekatan pada satu ruang dengan ruang lain, kajian hubungan ruang ini juga mempertimbangkan aktifitas pengguna terkait fungsi ruang dan alur kegiatan pengguna. Analisa kedekatan ruang akan dijabarkan pada gambar berikut.



Gambar 4.35 Analisa kedekatan ruang perpustakaan hemat energi

Hubungan setiap ruang pada tiap-tiap zonasi mempunyai tingkat kedekatan yang berbeda sesuai prioritas dan juga efisiensi sirkulasi pengguna bangunan dan sesuai kebutuhan. Pada perancangan perpustakaan hemat energi ini, zona privat berhubungan dengan ruang penyimpanan buku, karena sistem perpustakaan yang di adaptasi yaitu sistem *close access*, sehingga pengunjung tidak dapat mengakses lokasi ini, pengunjung dapat mengakses fasilitas perpustakaan (publik) seperti ruang seminar, ruang komunitas, studio, laboratorium atau retail, sedangkan untuk ruang pameran bergabung dengan atrium, retail dan *courtyard*, kedekatan ruang ini sebagai cara ruang transisi memadukan pengelolaan angin, fungsi ruang dan interaksi pengunjung. Area semi publik adalah akses pengelola dan manajemen perpustakaan.

Pada kondisi tapak, perletakan ruang transisi untuk pengelolaan panas matahari dan aliran angin berpotensi diletakan di setiap arah mata angin, ruang transisi berperan aktif untuk mengelola *force* tersebut. Ruang transisi seperti balkon, *courtyard*, koridor, atrium atau bentukan bangunan sebagai pengendali angin dan panas matahari berpengaruh terhadap kegiatan pengguna, sehingga perletakan dan bentukan ruang transisi tersebut harus menjadi pertimbangan secara seksama.



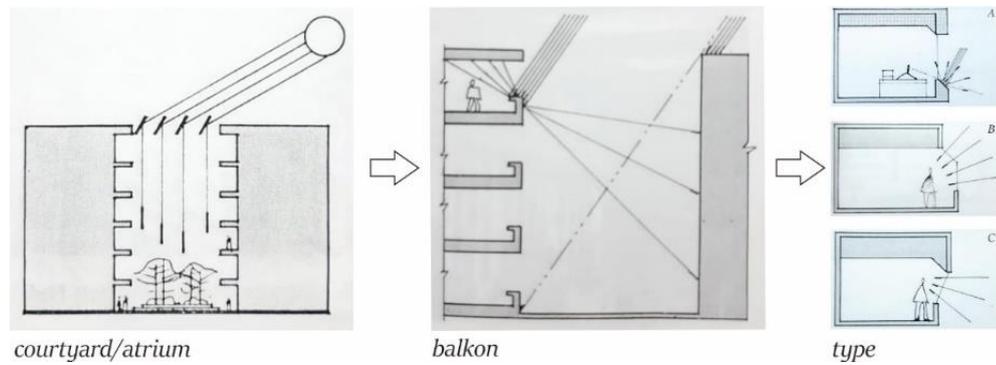
Gambar 4.36 Perletakan massa bangunan dengan konsep ruang transisi untuk menghindari konflik sirkulasi jalan masuk dan keluar serta jalur pejalan kaki, ruang bentukan bangunan berupa barrier angin (ruang transisi) untuk mengatasi *force* angin dan matahari

Pada sisi Utara-Selatan merupakan arah angin konstan, area ini dapat di akomodasi sebagai elemen ruang transisi berupa fasad yang berlubang, ruang transisi berfungsi agar angin dapat masuk dalam bangunan dan pada kulit yang berlubang tersebut berupa ruang balkon yang berfungsi sebagai ruang interaksi pengguna dan ruang baca terbuka. Pada sisi Barat dan Timur merupakan arah angin laut dan pegunungan sekaligus area dengan paparan sinar matahari, bentukan bangunan sebagai *barrier* sangat berpengaruh pada termal dalam bangunan.

4.4.5 Kebutuhan Pencahayaan & Penghawaan

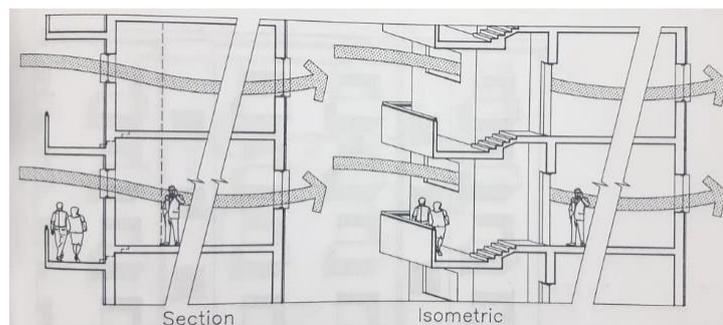
Pencahayaan matahari merupakan faktor yang akan mempengaruhi desain bentuk bangunan dan dapat difungsikan sebagai penerangan alami dan kenyamanan termal bangunan (Lam, 1986). Pengaruh bentuk arsitektur dari pencahayaan matahari akan mempengaruhi elemen desain seperti bentuk, orientasi, penetrasi, *overhang*, dan warna. Sinar matahari memiliki efek panas, karena panas matahari

akan diserap oleh dinding, lantai dan furnitur berwarna gelap, penyimpanan panas ini berdampak *overheating* pada ruangan sehingga kebutuhan energi pendingin meningkat.



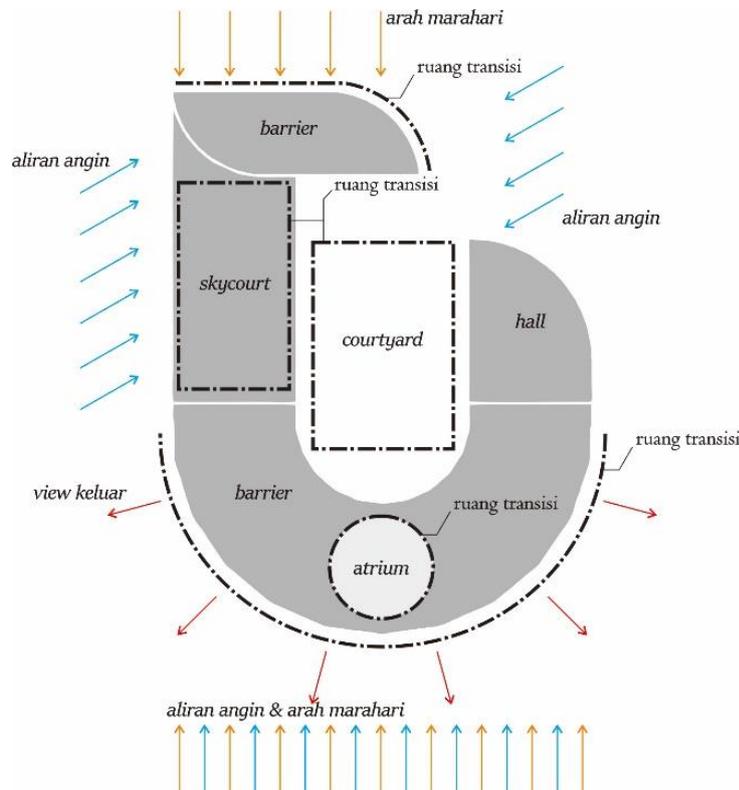
Gambar 4.37 Pencahayaan alami pada model balkon dan efek yang diberikan (Lam, 1986)

Pada perpustakaan Universitas Tadulako pencahayaan sangat dibutuhkan karena dapat membantu pengunjung membaca tanpa menggunakan pencahayaan buatan sehingga prinsip bangunan hemat energi tercapai. Ruang transisi berupa balkon akan memudahkan cahaya masuk matahari masuk ke dalam bangunan. Pada gambar di atas, balkon tipe A, cahaya memantul keluar ruang sehingga cahaya yang masuk terlalu banyak, balkon tipe B, cahaya masuk begitu deras, sehingga sangat rawan panas dan *glare*, sementara untuk tipe C, cahaya yang masuk adalah cahaya hasil pantulan dari bawah atau dari *courtyard*, sehingga lebih halus. Sehingga pada perpustakaan Universitas Tadulako sebaiknya menerapkan tipe C karena memiliki courtyard yang dapat menerima cahaya, sehingga cahaya yang masuk dalam bangunan adalah cahaya pantulan yang tentunya tidak lebih silau dari cahaya matahari langsung, penerapan model balkon tersebut perlu di olah kembali agar dapat juga berfungsi untuk memasukan atau mengeluarkan aliran angin, agar balkon memiliki dua fungsi sekaligus.



Gambar 4.38 Aliran angin pada balkon yang dialirkan melalui ventilasi (Givoni, 1998)

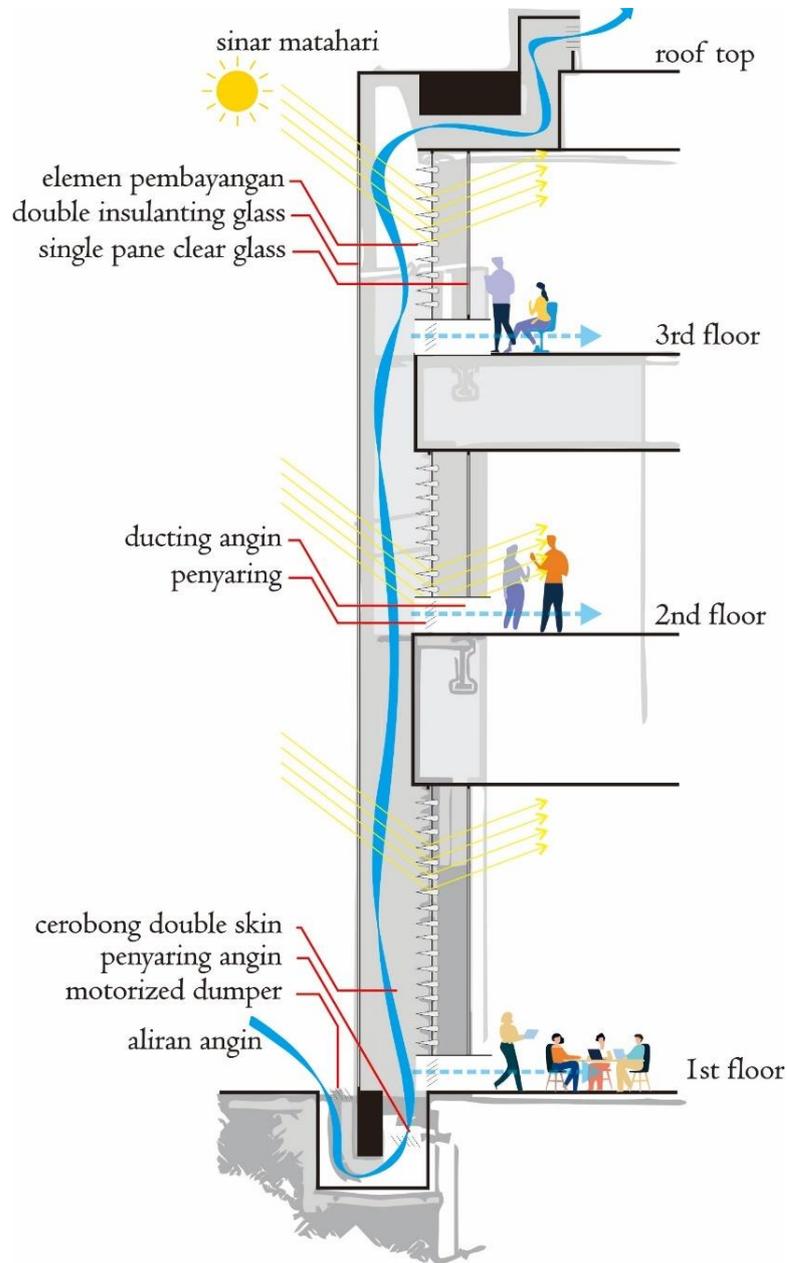
Integrasi antara pencahayaan dengan penghawaan alami sangat erat, karena akan mempengaruhi temperatur dalam bangunan atau kenyamanan pengguna, bangunan dengan fungsi perpustakaan membutuhkan 2 elemen ini. Bukaannya pada ventilasi untuk memasukan angin kedalam bangunan akan menurunkan temperatur pada bangunan, balkon atau koridor (selasar) dapat menjadi satu ruang transisi yang berfungsi mengontrol suhu angin dan menyaring angin sebelum masuk pada bangunan perpustakaan.



Gambar 4.39 Penerapan konsep ruang transisi dengan fungsi ruang bangunan dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami

Orientasi dan bukaan jendela merupakan aspek yang selalu berkaitan erat dalam mengendalikan radiasi matahari dan penghawaan alami yang masuk bangunan. Bangunan dengan kebutuhan sinar matahari untuk pencahayaan ruangan membutuhkan bukaan dan arah orientasi menuju sinar matahari. Bangunan dengan tingkat kebutuhan radiasi panas yang rendah membutuhkan bukaan dan arah orientasi yang menghindari bertatapans langsung dengan sinar matahari. Dengan mengatur bentuk dan arah orientasi radiasi langsung matahari dapat diatur sesuai dengan posisi lokasi dari equator. Pada bangunan perancangan perpustakaan hemat

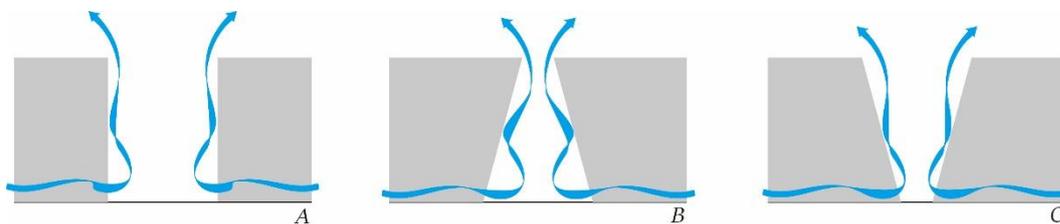
energi, fasad yang akan menerima radiasi langsung terdapat pada arah Timur-Barat, dimana bangunan pada area ini diusahakan untuk menerima cahaya dengan elemen pembayangan.



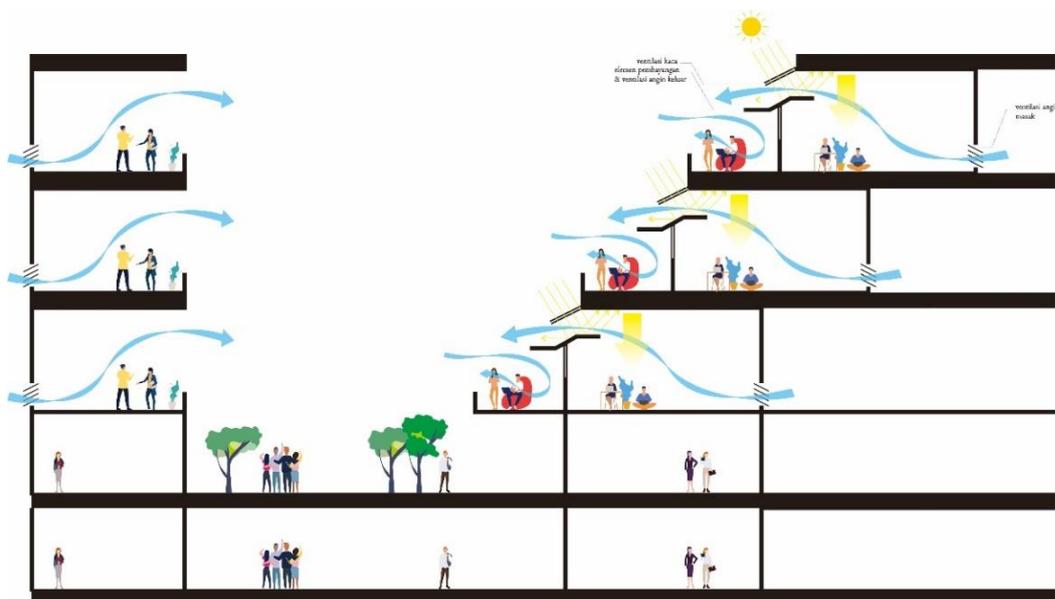
Gambar 4.40 Penerapan konsep ruang transisi pada fasad bangunan berupa *double skin* dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami

Penggunaan elemen pembayangan merupakan langkah lanjutan yang dapat ditempuh setelah mengendalikan orientasi dan bukaan. Jika orientasi dan bukaan tak dapat ditoleransi dikarenakan kebutuhan perancangan, maka elemen pembayangan menjadi sangat penting. Elemen pembayangan dapat dirancang

sesuai dengan posisi dan arah kedatangan radiasi matahari sehingga bukaan dapat terlindung dari radiasi sinar langsung (Santamouris dkk, 1996). Apabila ada bidang yang terkena langsung paparan matahari langsung, sebaiknya tidak dalam bidang yang luas, atau menggunakan strategi elemen desain yang dapat melindungi bangunan dari cahaya matahari seperti *shading* atau sirip, elemen tersebut diletakan pada kulit kedua pada fasad perpustakaan hemat energi. Pada fasad di atas menggunakan sistem *double skin*, dimana angin dimasuk melalui cerobong diantara kulit pertama dan kulit kedua fasad, sehingga matahari tidak masuk secara langsung.



Gambar 4.41 Penerapan konsep ruang transisi pada bentuk bangunan dengan pertimbangan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami



Gambar 4.42 Penerapan konsep ruang transisi pada ruang dalam bangunan dan integrasi pencahayaan dan penghawaan alami

Dengan melihat kebutuhan pencahayaan alami dan penghawaan alami serta penerapan konsep ruang transisi maka fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam dirancang agar mengakomodasi faktor tersebut. Kemungkinan rancangan elemen ruang transisi adalah dengan tranformasi horizontal dan vertikal

balkon atau dengan elemen-elemen yang berpola (*shading*) yang berfungsi sebagai elemen kontrol pencahayaan dan juga elemen aliran angin.

Dengan demikian kebutuhan pencahayaan dan penghawaan alami merupakan batasan perancangan (*constraint*) yang perlu dipertimbangkan dan diaplikasikan dalam proses perancangan. Kebutuhan pencahayaan dan penghawaan alami merupakan *constraint* yang kuat dan berhubungan dengan konsep ruang transisi.

4.5 Sintesa Identifikasi Force (Konteks, Budaya, Kebutuhan)

Tabel 4.12 Rencana kapasitas pengguna

faktor force	asset	constraint	keterangan
konteks/context			
lokasi & batasan	lokasi berada di central universitas Tadulako	regulasi setempat seperti KDB, KLB, KTB, GSB, KDH dll, menjadi pertimbangan desain	merupakan <i>constraint</i> yang kuat terhadap batasan-batasan perancangan
lingkungan sekitar	bangunan sekitar adalah lingkungan pendidikan	butuh desain baru untuk menampung dan mendukung kegiatan sekitar	merupakan <i>asset & constraint</i> yang mempunyai pengaruh terhadap rancangan
sirkulasi	sisi Utara-Barat arus lalu-lintas teratur dan sepi, sebagai potensi <i>enterance</i>	sisi Utara-Selatan tertutupi bangunan lain, namun harus terintegrasi	merupakan <i>asset & constraint</i> yang kurang kuat terhadap perancangan
view	hampir seluruh arah memiliki potensi view yang baik karena dekat dengan teluk dan pegunungan	sisi Utara dan Selatan pada ketinggian di bawah 12 m tertutupi bangunan lain	merupakan <i>asset & constraint</i> yang kurang kuat terhadap perancangan
vegetasi	Vegetasi akan membantu mengurangi, menyaring dan menyejukan aliran udara	titik vegetasi yang telah tersedia mempengaruhi bentuk bangunan	merupakan <i>asset & constraint</i> yang mempunyai pengaruh terhadap rancangan
iklim	matahari sebagai pencahayaan alami dan angin sebagai penghawaan alami	panas matahari berlebih dan terpaan angin yang terlalu kencang akan mengurangi kenyamanan pengguna	panas matahari dan aliran angin merupakan <i>constraint</i> dan asset yang kuat yang berpengaruh besar terhadap rancangan konsep ruang transisi
budaya/culture			
ruang interaksi	<i>skycourt, courtyard</i> dan atrium sebagai ruang interaksi dan sebagai ruang transisi		merupakan <i>asset</i> yang kuat dan diterapkan pada sisi Utara-Selatan bangunan
kenyamanan ruang	penerapan ruang transisi yang merespon angin dan		merupakan <i>asset</i> yang perlu diperhatikan

faktor force	asset	constraint	keterangan
	matahari dengan bukaan untuk peningkatan produktivitas pembaca & kenyamanan visual		
keamanan perpustakaan		keamanan buku agar tidak rusak dari penerapan penghawaan alami dan keamanan buku agar tidak hilang	merupakan <i>constraint</i> yang perlu diperhatikan
kebutuhan/needs			
program & oerorganisasi ruang	ruang-ruang seperti rg. interaksi dan rg. baca terbuka menjadi <i>asset</i> yang perlu dikembangkan	zonasi dan ruang menjadi batasan perancangan, terutama area penyimpanan buku dan rg. baca	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 & penghawaan	dapat digunakan sebagai pencahayaan dan penghawaan alami agar tercapai bangunan hemat energi dan kenyamanan pengguna	elemen bangunan dari konsep ruang transisi sebagai kontrol pencahayaan dan penghawaan	Merupakan <i>constraint & asset</i> yang kuat dan berpengaruh besar terhadap rancangan konsep ruang transisi

Ide perancangan mengadaptasi dari analisis sebelumnya seperti *view*, pencahayaan alami dan sirkulasi, dan mempertimbangkan pendekatan bangunan hemat energi dengan konsep ruang transisi, dimana pada penerapannya menggunakan elemen-elemen material hemat energi sebagai strategi desain, sementara pembagian konsep ruang transisi adalah strategi mengatasi kebutuhan ruang diluar perpustakaan pada umumnya, misalnya ruang kreatif/interaksi yang menimbulkan kebisingan perlu dipisahkan dari ruang baca yang perlu ketenangan dalam satu bangunan, dan juga seperti ruang baca terbuka dan tertutup, serta pemanfaatan ruang transisi untuk pengelolaan angin agar tidak mengganggu kegiatan pustakawan. 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 (ruang transisi).

1. *View* terbaik pada ketinggian 12 meter dan pada arah keteluk (Timur) dan ke arah utara serta nuansa pantai dan bukit (Barat)

2. Aliran angin cukup konstan terutama pada sisi Utara-Selatan, sehingga pada area perlu perhatian khusus untuk penerapan konsep ruang transisi berupa balkon atau *courtyard*, untuk kenyamanan pengguna penerapan elemen pada ruang transisi seperti *secondary skin*, vegetasi, *shading* dan elemen penghalang aliran angin perlu dipertimbangkan.
3. Potensi sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kualitas udara yang lembab dan pencahayaan alami, sinar matahari berada di sisi Barat-Timur, penghalang masif (*barrier*) dapat diterapkan di area ini.
4. Eksisting pepohonan dapat diaplikasikan sebagai penghijauan dan sebagai kontrol aliran angin dan pencahayaan matahari namun akan berpengaruh pada bentuk bangunan.
5. Ruang interaksi pengguna dapat diterapkan pada balkon, *courtyard* atau atrium, selain sebagai ruang interaksi ruang ini juga berfungsi sebagai *passive cooling* dan pencahayaan alami diperlukan bagi kebutuhan ruang baca dengan kontrol pencahayaan yang terintegrasi penerapan ruang transisi.

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 5

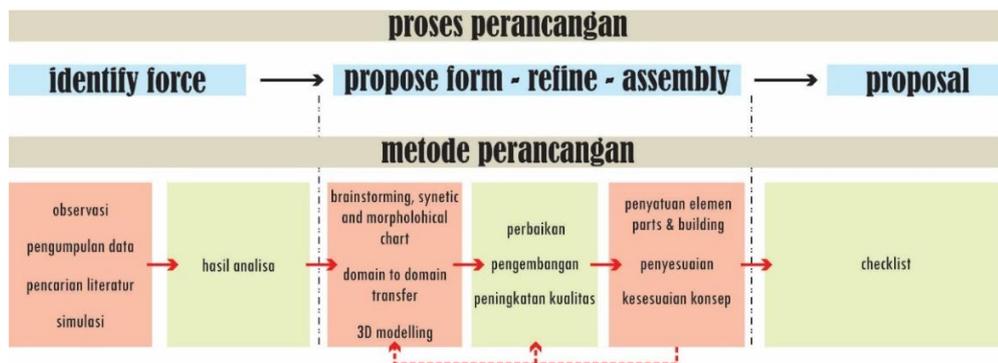
KONSEP & EKSPLORASI RANCANGAN

5.1 Konsep perancangan

Pada tahap analisa telah didapatkan *asset* dan *constraint* untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari lahan dan kebutuhan perancangan. Pada tahap ini, dilanjutkan dengan tahap perancangan yang meliputi *propose form*, *refine* dan *assemble*. Tahap perancangan yang dimaksud memiliki tahapan yang sesuai dengan metode perancangan, yaitu :

1. *Propose form*, tahap eksplorasi konsep ruang transisi yang akan diterapkan pada fasad, bentuk dan penataan ruang dalam serta elemen-elemen yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan perancangan (*force*) dan mengembangkan *element*, *part* dan *building*.
2. *Refine*, tahap dimana mengevaluasi dan memperbaiki kesesuaian eksplorasi yang dilakukan terhadap dengan konsep ruang transisi, dan melihat sejauh mana desain tersebut dapat menyelesaikan permasalahan perancangan (*force*), serta peningkatan *element*, *part* dan *building* yang digunakan.
3. *Assemble*, tahap dimana hasil dari setiap *element*, *part* dan *building* yang telah di evaluasi selanjutnya untuk di satukan dan di integrasikan.

Tahap *propose form*, *refine* dan *assemble* merupakan tahapan *form making* setelah sebelumnya merupakan tahapan programming sehingga pada tahap ini lebih banyak bereksplorasi dan merencanakan bentuk bangunan. Metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain *brainstorming*, *morphological chart*, *domain to domain transfer*, dan *3D modeling*.



Gambar 5.1 Tahapan *propose form*, *refine* dan *assemble*

5.2 *Propose Form, Refine dan Assamble*

Ruang transisi sebaiknya diterapkan pada pengendalian aliran angin pada fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam perpustakaan sebagai kontrol angin dan fungsi bangunan. Berdasarkan hasil analisa, didapatkan konsep-konsep awal yang merespon *force* pada lahan, konsep awal tersebut dikembangkan menjadi beberapa bentuk dengan mengacu pada kriteria umum perancangan dan *force* (kriteria khusus) yang ditetapkan.

Kriteria umum yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Perpustakaan Universitas Tadulako

- Tata ruang perpustakaan dikembangkan berdasarkan sintesa dan analisis terhadap standar perpustakaan perguruan tinggi.
- Sistem operasional adalah perpustakaan tertutup dimana penyimpanan buku dan pembaca terpisah, hal ini terkait keamanan buku dari pengelolaan angin

2. Pendekatan bangunan hemat energi

Bangunan hemat energi menjadi batasan dalam perancangan pada setiap poin seperti yang dipaparkan pada kajian, dan penerapan bangunan dengan respon terhadap angin digunakan untuk :

- Penghawaan alami sebagai salah satu strategi untuk pengelolaan angin yang masuk kedalam ruang, agar angin yang masuk adalah angin dengan suhu nyaman.
- Prinsip pergerakan angin yang diterima bangunan perlu dikelola dengan elemen pasif berupa device pengelolaan angin.

3. Konsep ruang transisi

Pada penerapan konsep desain, parameter perancangan berfokus pada elemen desain yang berdasarkan kriteria perancangan, elemen desain tersebut antara lain

- Fasad pada bangunan selain merespon angin untuk penghawaan alami juga harus menjadi ruang yang dapat dimanfaatkan perpustakaan
- Orientasi dan bentuk selain mempertimbangkan angin juga harus mempertimbangkan pengaruh terhadap ruang di antara elemen sekitar bangunan atau dengan sesama bangunan.
- Penataan ruang dalam memperhatikan sistem penghawaan alami dan mempertimbangkan fungsi sebagai perpustakaan.

Force/kriteria khusus yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Aliran angin cukup konstan terutama pada sisi Utara-Selatan, sehingga pada area perlu perhatian khusus untuk penerapan konsep ruang transisi berupa balkon, *skycourt* atau *courtyard*, untuk kenyamanan pengguna penerapan elemen pada ruang transisi seperti *secondary skin*, vegetasi, *shading* dan elemen penghalang aliran angin perlu dipertimbangkan.
2. Potensi sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kualitas udara yang lembab dan pencahayaan alami, sinar matahari berada di sisi Barat-Timur, penghalang masif (*barrier*) dapat diterapkan di area ini.
3. View terbaik pada ketinggian 12 meter dan pada arah keteluk (timur) dan ke arah utara serta nuansa pantai dan bukit (barat)
4. Eksisting pepohonan dapat diapikasikan sebagai penghijauan dan sebagai kontrol aliran angin dan pencahayaan matahari namun akan berpengaruh pada bentuk bangunan.
5. Ruang interaksi pengguna dapat diterapkan pada *skycourt*, *cortyard* atau atrium, selain sebagai ruang interaksi ruang ini juga berfungsi sebagai *passive cooling* dan pencahayaan alami diperlukan bagi kebutuhan ruang baca dengan kontrol pencahayaan yang terintegrasi penerapan ruang transisi.

Ruang transisi merupakan generator dalam pengambilan keputusan desain, termasuk juga untuk memenuhi kriteria umum dan kriteria khusus, berikut faktor-faktor perancangan yang perlu diperhatikan untuk memunculkan konsep ide perancangan sesuai dengan kriterianya.

Tabel 5.1 Kriteria rancang yang perlu diperhatikan

Kriteria umum	Faktor-faktor	Kriteria khusus
fasad	penghawaan & pencahayaan alami	<ul style="list-style-type: none"> - bukaan sebagai enterance pada sisi Utara-Selatan pada ketinggian di bawah 12m - fasad tertutup kaca pada ketinggian diatas 12m menggunakan sistem double skin, angin dimasukan dengan elemen fasad dan disalurkan ke ruang-ruang melalui plafon - penggunaan material hemat energi seperti eco glass

Kriteria umum	Faktor-faktor	Kriteria khusus
	<i>passive cooling</i>	- elemen desain ruang transisi berupa shading, <i>windbreak/windstering</i> dan vegetasi di terapkan pada fasad yang berhadapan langsung dengan matahari (Timur-Barat) dan angin (Utara-Selatan)
bentuk & orientasi	bentuk bangunan	- bentuk bangunan yang <i>smooth</i> untuk mengarahkan angin konstan pada area yang diperlukan - bentuk massa berupa <i>barrier</i> untuk menghalangi angin dan panas matahari
	orientasi	- orientasi <i>view</i> keluar bangunan ke Selatan-Barat, pada arah selatan dibawah ketinggian 8m
ruang luar & dalam bangunan	balkon	- balkon di lengkapi dengan vegetasi dan ventilasi untuk memasukan angin dalam bangunan dan disalurkan ke ruang sampai ke <i>courtyard</i>
	<i>skycourt, courtyard</i> dan atrium	- sebagai ruang interaksi atau ruang multifungsi secara fungsi, dan sebagai kontrol udara bagi bangunan - dilengkapi dengan elemen air sebagai kontrol termal bangunan - atrium menggunakan <i>void</i> agar udara panas keluar keatas
	ruang	- pemisahan antara ruang baca dan ruang penyimpanan buku untuk keamanan buku dari penggunaan penghawaan alami (<i>close access system</i>) - pada ruang luar penataan vegetasi berupa shelterbets agar dapat mengarahkan angin dan menyaring angin - <i>groundshaping</i> agar angin yang disalurkan tidak terlalu kencang pada ruang terbuka seperti pintu masuk (lobby)

Dalam membangkitkan atau dalam merancang bentukan bangunan perpustakaan, metode *brainstorming, morphological chart* dan *synectic* dilakukan dengan sketsa-sketsa yang merepresentasikan kriteria perancangan dan konsep rancang (konsep ruang transisi).

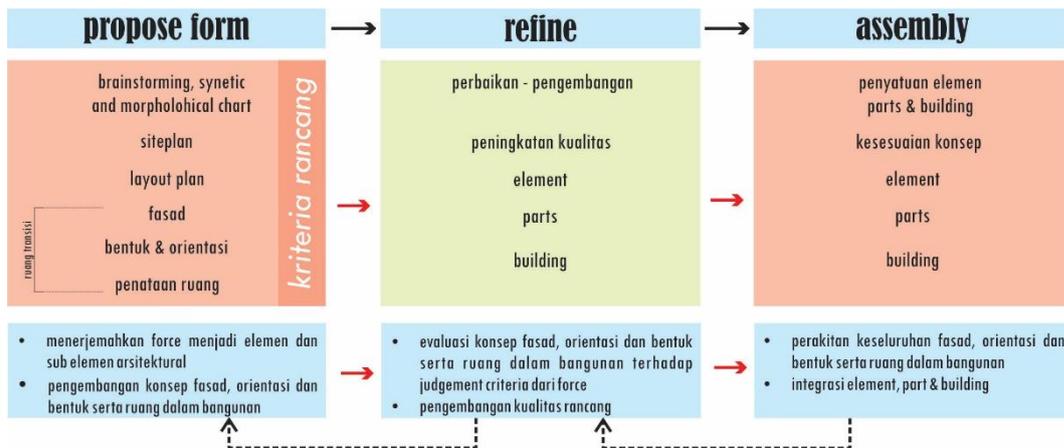
Tahap ini merupakan tahapan *form making*, sehingga pada tahap ini lebih banyak bereksplorasi dan merencanakan pada bentukan bangunan. Eksplorasi berupaya mencari berbagai kemungkinan rancangan yang akan mendorong perancangan menjadi lebih kreatif. Eksplorasi yang dapat dilakukan pada tahap *propose form* antara lain, eksplorasi site, eksplorasi denah/layout, eksplorasi bentuk

bangunan, eksplorasi bentuk dari konsep ruang transisi. Hasil eksplorasi tersebut akan dibandingkan dengan bentuk lain dan dilihat sejauh mana efisiensi bentukan untuk merespon perpustakaan hemat energi dan selanjutnya dievaluasi (*evaluative thinking*) sesuai kriteria dan konsep rancang.

Selanjutnya tahap evaluasi dilakukan dengan pertimbangan parameter yang telah ditetapkan menyesuaikan dengan identifikasi *force*, secara khusus parameter yang perlu diperhatikan pertama, bentukan harus efektif dalam memasukan angin kedalam bangunan yang menyesuaikan dengan zonasi ruang sehingga penggunaan elemen penghawaan tidak mengganggu aktifitas penggunaan. Kedua, mempertimbangkan kenyamanan pengguna pada ruang terbuka, seperti paparan matahari dan hembusan angin yang terlalu kencang. Semakin banyak pembayangan ruang terbuka tentunya semakin baik bagi pengguna. Evaluasi awal ini menggunakan simulasi 3D. 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 ruang transisi dikembangkan baik dari segi bentukan, perletakan dan skema integrasinya terhadap keseluruhan bangunan. Elemen ruang transisi yang mempunyai komponen yang dapat dialiri oleh angin untuk penghawaan ruang dalam bangunan bangunan. Elemen ruang transisi juga mempertimbangkan pencahayaan matahari sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi termal bangunan.

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. Tahap *assemble* merupakan tahapan dalam menyatukan berbagai elemen arsitektur (lokasi tapak, 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 *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 Rencana Tapak

Site planning merupakan seni menata lingkungan buatan manusia dan lingkungan alam guna menunjang kegiatan-kegiatan pengguna bangunan. Pengkajian perencanaan tapak sering tersusun dalam dua komponen yang berhubungan yaitu lingkungan alam dan buatan. (Snyder dan Catanese, 1984)

Tiap sektor dan lokalitas atau lingkungan di dalamnya merupakan lokasi dan lingkungan yang khas (lokasi tapak). Selanjutnya untuk menganalisis lingkungan kegiatan didalam bangunan maupun diluar bangunan sebagai bahan pemetaan pembagian ruang dari kegiatan-kegiatan yang berkaitan pada faktor-faktor berikut.

1. Kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan perpustakaan
2. Perletakan lokasi kegiatan yang diterapkan pada tapak
3. Arah arus lalu lintas (ke dalam , ke luar, dua arah) (parkir, dll)
4. Rute jalan masuk (sirkulasi)



Gambar 5.3 Rencana perletakan bangunan terhadap lahan/lokasi tapak

Tabel 5.2 Eksplorasi *site planning*

bentukan	penjelasan
eksplorasi siteplan 1	
	<ul style="list-style-type: none"> - Pintu masuk bangunan berdekatan dengan pintu masuk lokasi tapak - Pintu masuk dan keluar berdekatan, berpotensi kemacetan - Lokasi parkir terintegrasi dengan bangunan sekitar - Memiliki 2 alternatif pintu masuk dan keluar dari depan dan belakang
eksplorasi siteplan 2	
	<ul style="list-style-type: none"> - Akses jalan kendaraan lebih luas namun lahan parkir berkurang - Pintu masuk dan keluar berdekatan, berpotensi kemacetan - Lokasi parkir terintegrasi dengan bangunan sekitar - Memiliki 2 alternatif pintu masuk dan <i>loading dock</i> menyatu dengan jalur utama
eksplorasi siteplan 3	
	<ul style="list-style-type: none"> - Banyak opsi untuk akses masuk dan sirkulasi yang lebih luasa - Pintu masuk lokasi tapak dengan pintu utama bangunan tidak terlalu dekat - Lokasi parkir terintegrasi dengan bangunan sekitar dan memiliki banyak opsi - Memiliki 3 alternatif pintu masuk bangunan dan <i>loading dock</i> terpisah dengan jalur utama

❖ Evaluasi Rencana Tapak

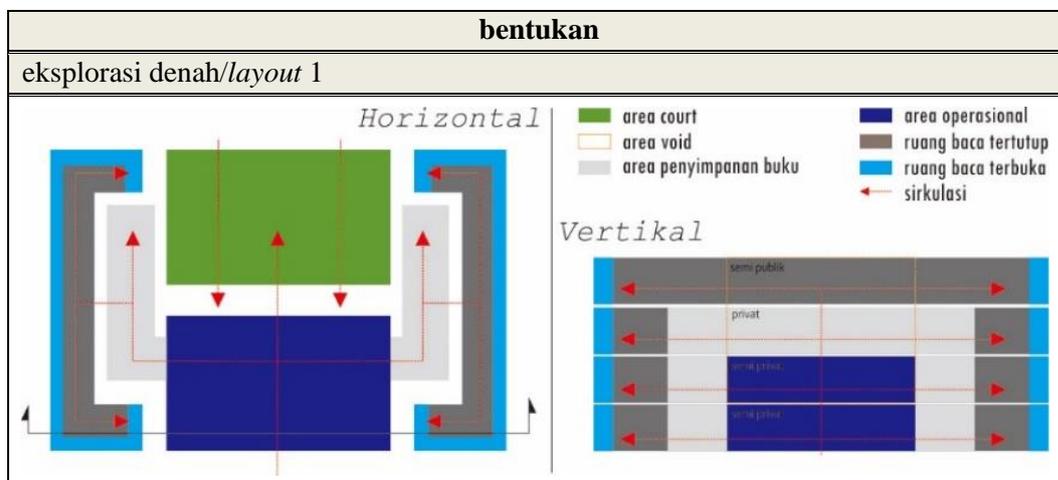
Penempatan bangunan terbaik adalah ditengah dengan melihat dari integrasi antara bangunan sekitar, namun pada penerapannya perlu ada sinkronisasi dengan alur lalu lintas, area depan *lobby* adalah area parkir untuk pengguna seperti kepala perpustakaan dll, lokasi ini tepat di depan *drop off* area, hal ini perlu agar akses yang lebih mudah. Sementara parkir umum dapat di integrasikan pada lahan sekitar, letak loading dock sebaiknya terpisah dengan jalur kendaraan umum, hal ini sangat mungkin diterapkan pada eksplorasi siteplan 3. Kekurangan pada siteplan 1 & 2 terdapat di persilangan alur sirkulasi sehingga kemungkinan terjadi *cross kendaraan* yang berpotensi kemacetan.

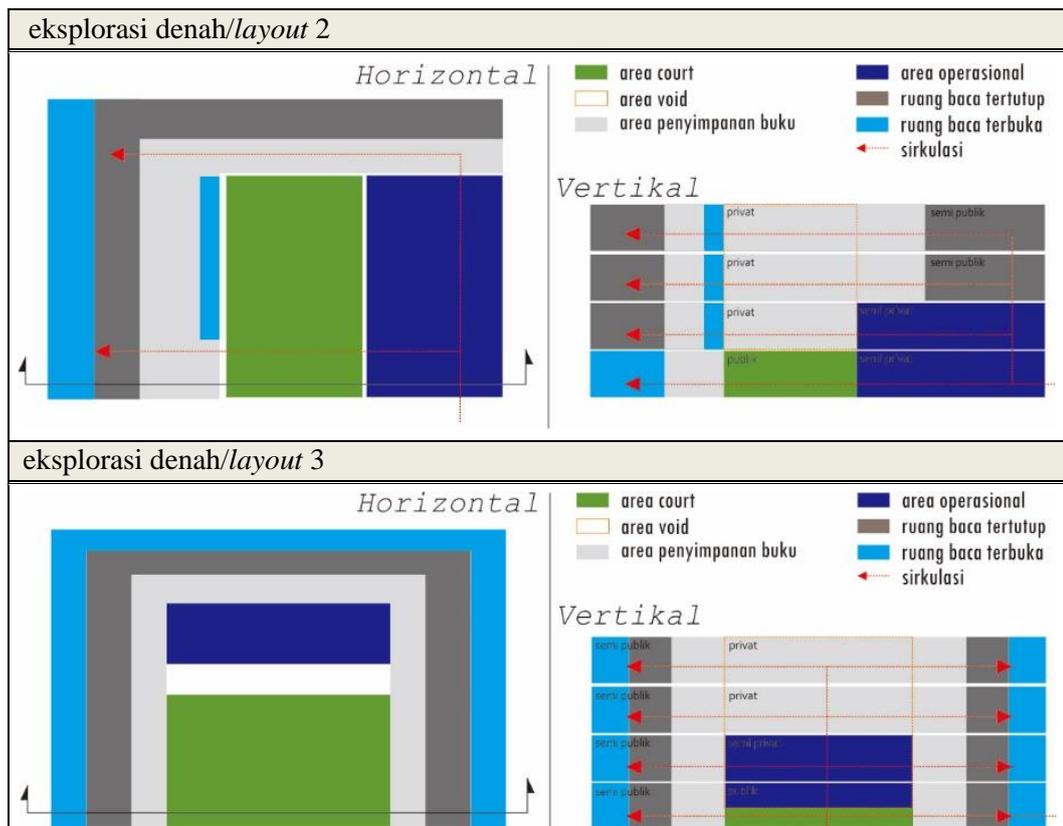
❖ Eksplorasi Denah/Layout Plan

Eksplorasi denah/*layout* pada perpustakaan bertujuan untuk mencari sirkulasi ruang dalam bangunan yang efisien serta pengaruhnya terhadap penghawaan alami dan juga mempertimbangkan fungsi perpustakaan, tentunya konsep ruang transisi berperan penting pada eksplorasi ini.

Pada tahap eksplorasi perlu beberapa hal yang menjadi ketetapan desain, misalnya pada perancangan Universitas Tadulako menggunakan sistem *closed access* sehingga hal ini akan berpengaruh pada penataan zonasi ruang, selain itu, perlu memperhatikan jarak ruang baca dengan ruang penyimpanan buku, jarak ruang baca dari pintu masuk, dan ruang kontrol udara seperti *skycourt*, balkon dan *courtyard*.

Tabel 5.3 Eksplorasi Denah/Layout Plan





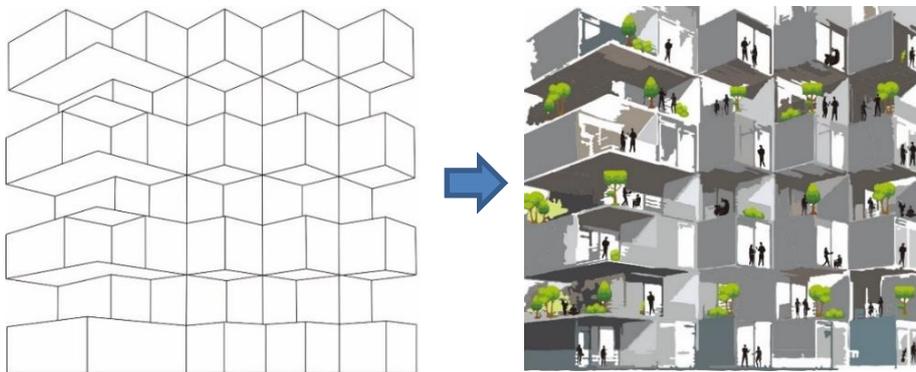
❖ Evaluasi Denah/Layout Plan

Beberapa alternatif terkait dengan zonasi ruang, perletakan posisi berpengaruh terhadap alur sirkulasi pengguna, dan setiap eksplorasi memiliki kemungkinan sesuai dengan kebutuhan fungsi pada waktu tertentu. Pada eksplorasi denah 1, *layout* memiliki keuntungan memberikan perlindungan terhadap keamanan buku karena massa bangunan yang terpisah antara ruang penyimpanan dengan ruang baca, namun karena perbedaan massa tersebut akan menyusahakan pengguna untuk saling mengakses kedua fungsi ini (ruang baca dengan ruang penyimpanan buku). Sementara pada eksplorasi denah 2 mengambil keputusan untuk menggabungkan dalam satu massa, namun bentukan yang dihasilkan pada ruang *courtyard* yang lebih tertutup dan *skycourt* yang terlalu terbuka sehingga akses ke ruangan ini lebih sulit. Pada eksplorasi denah 3 memberikan pemisahan ruang penyimpanan pada level 1 dan menghubungkan kembali pada level 2 melalui sedikit *skycourrt* namun dapat mengalirkan angin ke dalam bangunan masuk ke *courtyard* dan menyebar pada ruang dalam bangunan sehingga integrasi setiap fungsi ruang semakin baik.

❖ Eksplorasi fasad

Eksplorasi fasad bangunan bertujuan untuk mencari potensi sistem, material, bentukan yang dapat diimplementasikan pada fasad rancangan. Sesuai dengan kriteria dan konsep rancangan, fasad bangunan berupaya untuk mencari kombinasi untuk pengelolaan angin. Meskipun tidak sepenuhnya beralih ke fasad lain setidaknya kombinasi dengan fasad akan membantu penghawaan alami dan mengurangi panas bangunan agar tercapainya penghematan energi.

Eksplorasi fasad 1 : balcony



Gambar 5.4 Eksplorasi bentukan fasad balkon

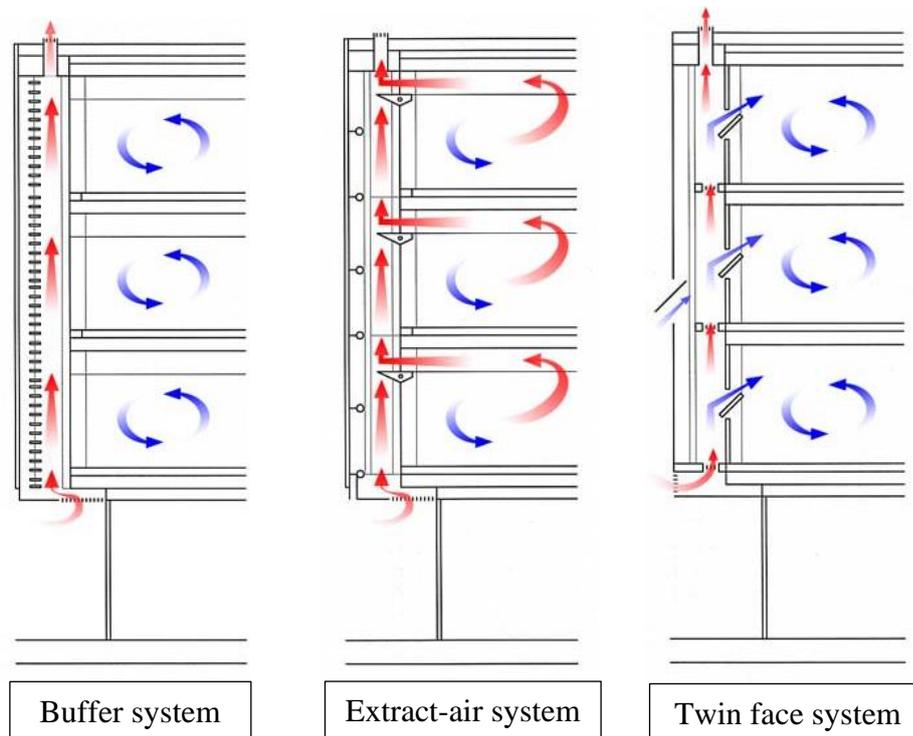
Balkon pada perpustakaan akan di letakan pada fasad dalam dan fasad luar bangunan. Perletakan diluar bangunan bangunan bertujuan untuk mengelola angin dari luar bangunan, semisal angin dari arah teluk menuju ke lokasi tapak dan di saring oleh pepohonan, sehingga angin yang masuk pada area balkon adalah area terbuka yang sejuk. Balkon dapat digunakan sebagai ruang baca terbuka, ruang kerja kelompok atau ruang untuk sekedar *brainstoming* bagi mahasiswa, dengan area yang bersifat terbuka, ruang balkon menjadi ruang yang “berisik”, dan tidak akan mengganggu aktivitas pengguna lain yang membutuhkan ketenangan.

Sementara melihat dari bangunan hemat energi, adanya teras-teras/balkon yang lebar dan di hiasi dengan tanaman, dapat dijadikan pembayang sinar matahari dan ruang balkon sebagai ruang fleksibel akan mudah untuk menambah fasilitas-fasilitas dimasa yang akan datang (Yeang,1999). Ruang balkon adalah ruang ruang transisional, ruang transisi dapat diletakkan ditengah dan sekeliling sisi bangunan sebagai ruang udara dan atrium. Ruang ini dapat menjadi ruang perantaran antara ruang dalam dan ruang luar bangunan.

Tabel 5.4 Evaluasi dan rencana penerapan fasad *balcony*

kelebihan	kekurangan	penerapan
<ul style="list-style-type: none"> - sebagai perluasan ruang, apabila ruang dalam kurang luas - akan memperlebar pandangan - sebagai ruang estetik sehingga menjadi satu identitas bangunan - sebagai ruang reduksi dampak dari kondisi iklim, seperti angin dan matahari 	<ul style="list-style-type: none"> - kebutuhan material yang lebih banyak - maintenance yang lebih banyak karena menjadi ruang semi outdoor 	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat diletakkan pada ruang luar bangunan sisi utara dengan terpaan angin yang konstan - Diterapkan pada ruang dalam yang berhubungan langsung dengan courtyard

Eksplorasi fasad 2 : double skin



Gambar 5.5 Eksplorasi skema fasad *double skin* (Boake, 2003)

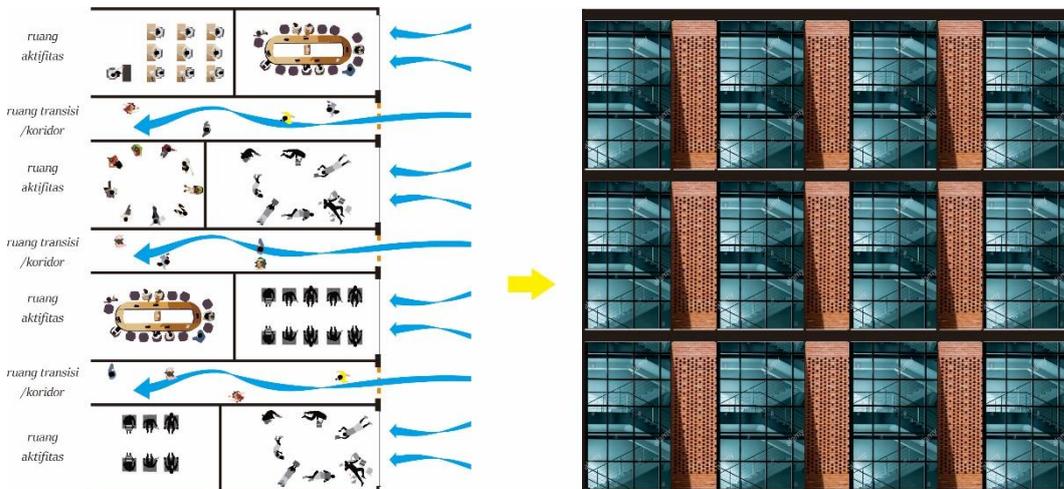
Tujuan dari desain fasade bangunan pada area dengan iklim panas lembab adalah untuk mengurangi radiasi matahari, teknologi *double skin façade* (DSF) merupakan salah satu teknik fasade bangunan yang dapat membantu mengurangi radiasi matahari pada bangunan. Setiap desain DSF sangat bervariasi kondisi fisik dan performanya, dan desain DSF ini harus sangat memperhatikan kondisi iklim dimana teknologi ini diaplikasikan. Beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa fasade bangunan memainkan peranan penting dalam keberlanjutan dan efisiensi energi bangunan (Concina, Sadineni, & Boehm, 2011, Liu, Yellamraju, 2004).

Eksplorasi *double skin façade* memanfaatkan aliran angin sejuk atau panas untuk dimasukan ke dalam bangunan melalui celah angin antara kulit bangunan dan disalurkan pada setiap lantai melalui plafon, namun berusaha menyaring sinar matahari secara langsung dan pengguna tetap dapat menikmati *view* keluar bangunan.

Tabel 5.5 Evaluasi dan rencana penerapan fasad *double skin*

kelebihan	kekurangan	penerapan
<ul style="list-style-type: none"> - dapat menurunkan suhu udara yang diterima oleh dinding bangunan (Poirazis, 2004) - dapat membantu terjadinya sirkulasi alami (Lee, et all, 2002) - nilai <i>g-value</i> (penyerapan radiasi matahari dan <i>u-value</i>) yang rendah, selain itu <i>double skin façade</i> juga dapat mengurangi tekanan angin ke dalam bangunan (Oesterle, et all, 2001). 	<ul style="list-style-type: none"> - kebutuhan material yang lebih banyak 	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat diletakan pada ketinggian diatas 8 meter pada desain perancangan perpustakaan - Diterapkan pada sisi barat area bangunan (<i>enterance</i>), material kaca (<i>glossy</i>) pada <i>double skin fasade</i> akan memberikan kesan sebagai identitas bangunan formal

Eksplorasi fasad 3 : Material fasad dan ruang



Gambar 5.6 Eksplorasi material fasad dan pengaturan pada ruang

Dinding pada fasad mempunyai fungsi struktural dan isolasi termal. Pada iklim panas, fasad menghasilkan pembayangan untuk meredam panas matahari dan memelihara kenyamanan ruang dalam. Penggunaan material pada fasad dipilih sesuai dengan kondisi iklim setempat. Pengetahuan yang baik akan sifat-sifat material memungkinkan para ahli untuk merancang dan membangun dengan kaidah fisik, lingkungan dan estetik yang memuaskan.

Disamping meningkatkan konsumsi energi, penggunaan material kaca ini menyebabkan naiknya temperatur lingkungan akibat dari refleksi panas matahari. Teknologi material kaca yang mempunyai efisiensi tinggi (*high performance glass, photochromic glass, anti-reflection coatings, thermochromic layers, insulating glass, low-e glass, dsb*). Ruang antara pada fasad *double skin* menjadi ruang kontrol udara panas dan dengan memanfaatkan aerodinamik angin pada bangunan, fasad dibuat elaborasi dengan material bata yang berlubang, tujuannya agar angin dapat masuk kedalam ruang dalam melalui celah pada susunan bata, untuk fasad bata digunakan sebagai koridor dan untuk material kaca digunakan sebagai ruang tertutup, penerapan ini akan membantu pengurangan temperatur ruang dalam dengan memasukan angin sejuk pada bangunan

Tabel 5.6 Evaluasi dan rencana penerapan material fasad

kelebihan	kekurangan	penerapan
<ul style="list-style-type: none"> - mampu meneruskan cahaya. - memaksimalkan pemandangan di luar ruangan. - memberikan kesan luas pada ruangan sempit. - memberikan kesan tidak ada sekat antara ruangan satu dengan yang lainnya. - kedap suara dan kedap air - memberikan kesan modern pada hunian 	<ul style="list-style-type: none"> - material bata dapat memasukan angin dan tidak kedap air - perawatan pada celah bata sedikit lebih rumit 	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat diletakan pada sisi barat dan timur sebagai enterance dan identitas bangunan - Diletakan pada ruang operasional dan ruang penyimpanan buku

❖ Evaluasi fasad

Pada perancangan bangunan berlantai rendah, fasad bangunan mempunyai peran besar terhadap penerimaan penghawaan alami dan panas matahari. Kaca *Low E-Glass* baik sebagai penghalang radiasi panas, dan baik digunakan untuk identitas bangunan perpustakaan. Dengan menggunakan sistem *double skin fasade*, penghawaan alami dapat diterapkan.

Aliran angin yang menerpa fasad dapat di arahkan pada ruang yang di inginkan dengan menggunakan balkon-balkon dan penggunaan material menyesuaikan dengan fungsi ruang yang dinaunginya, balkon juga dapat dikolaborasikan dengan ventilasi aliran angin atau bukaan untuk memasukan cahaya pada ruang dalam. Panas matahari dapat diminimalisir dengan penggunaan *shading device* atau vegetasi.

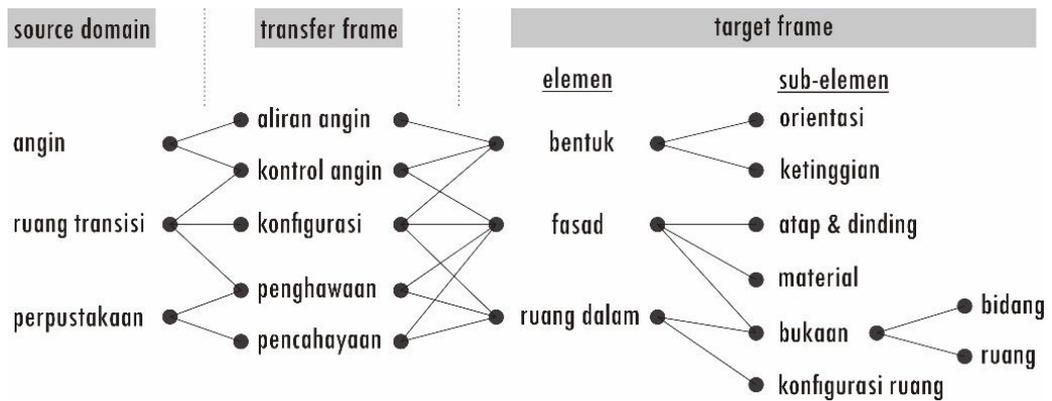
❖ Eksplorasi bentuk dan orientasi

Eksplorasi bentuk sebagai wujud dari organisasi ruang yang merupakan hasil dari proses sebelumnya berdasarkan pertimbangan fungsi dan kondisi eksternal sehingga menjadi kesatuan keseluruhan dari fungsi-fungsi yang bekerja secara bersamaan. Bentuk akan merespon *force* utama yaitu angin, untuk memperhatikan arah angin dan penerimaan angin pada bangunan, selain angin yang menjadi pertimbangan pada tahap konteks ini yaitu matahari, angin, view, vegetasi dan sirkulasi.

Force yang digunakan sebagai landasan akan mempengaruhi bentuk bangunan (*form*). Selain itu, dalam membangkitkan bentuk bangunan, metode yang digunakan adalah metode *Domain to domain transfer*. Teknik ini digunakan untuk mencari variabel perancangan yang dibutuhkan di dalam proses perancangan berdasarkan korelasi antar masalah dan teori yang akan diselesaikan agar dapat mengetahui elemen dan sub-elemen apa yang harus diperhatikan di dalam merancang. *Domain to domain transfer* yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu *source domain*, *transfer frame*, dan *target frame*.

Source domain merupakan *keyword* yang ada pada penelitian ini berupa angin sebagai *force*, ruang dan perpustakaan. Setelah menentukan *source domain* kemudian dilakukan *transfer frame* melalui kajian teori yang terkait untuk menghasilkan *target frame* berupa korelasinya dengan elemen dan sub elemen arsitektural. Berikut adalah bagan matriks dari *domain to domain transfer* yang dilakukan.

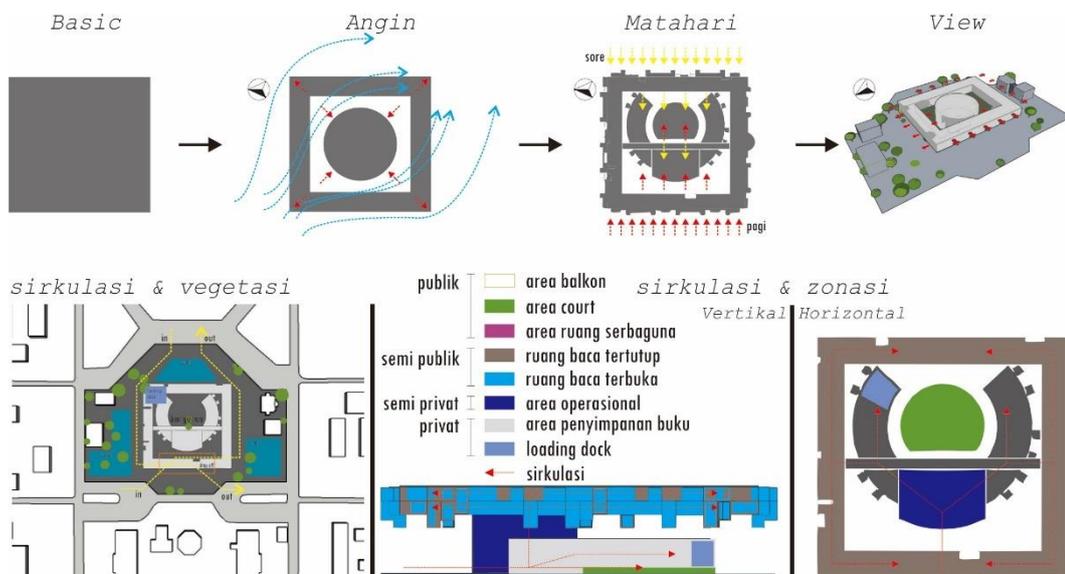
Hasil dari *domain to domain transfer* digunakan untuk membantu untuk menentukan elemen arsitektural yang digunakan pada proses perancangan terutama pada tahap *propose form*. Pada penelitian ini, untuk memperbanyak aliran angin yang masuk ke dalam bangunan menggunakan eksplorasi bidang akan berhubungan dengan massa yang terdapat sub-elemen orientasi bangunan, ketinggian, bentuk, dan konfigurasi ruang serta fasad dimana berkaitan terhadap atap, dinding, jenis material dan celah berupa bukaan pada bidang atau jarak antar ruang. Selain itu, untuk lebih mengoptimalkan di dalam mengelola aliran angin maka harus memperhatikan juga komponen lanskap atau *siteplan*.



Gambar 5.7 Diagram *domain to domain transfer*

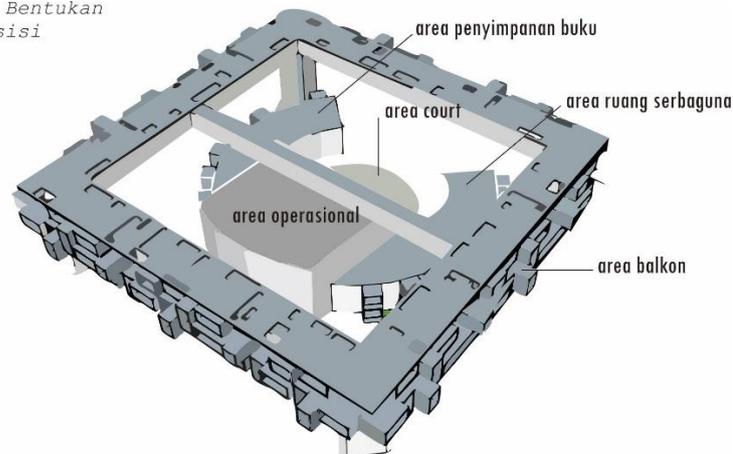
Metode *domain to domain transfer* diaplikasikan pada lingkup fasad, bentuk & orientasi serta penataan ruang dalam bangunan secara general (*buildings*) untuk mendapatkan bentuk yang efisien dengan memperhatikan aspek pengelolaan angin. Efisiensi bentuk bangunan dengan melihat banyaknya pengelolaan angin, dimana angin tersebut dapat mengakomodasi ruang-ruang dalam bangunan yang sesuai dengan fungsi ruang yang dapat mengakomodasi penghawaan alami, misalnya perbedaan desain pada ruang baca tertutup dan terbuka. Aspek pengelolaan angin digunakan sebagai evaluasi dari usulan bentuk.

Eksplorasi bentukan massa 1



Gambar 5.8 Eksplorasi bentukan massa 1 terhadap *force*

Perletakan Bentuk
Ruang transisi



Gambar 5.9 Eksplorasi perletakan ruang transisi pada bentuk massa 1

Penjelasan bentuk massa 1

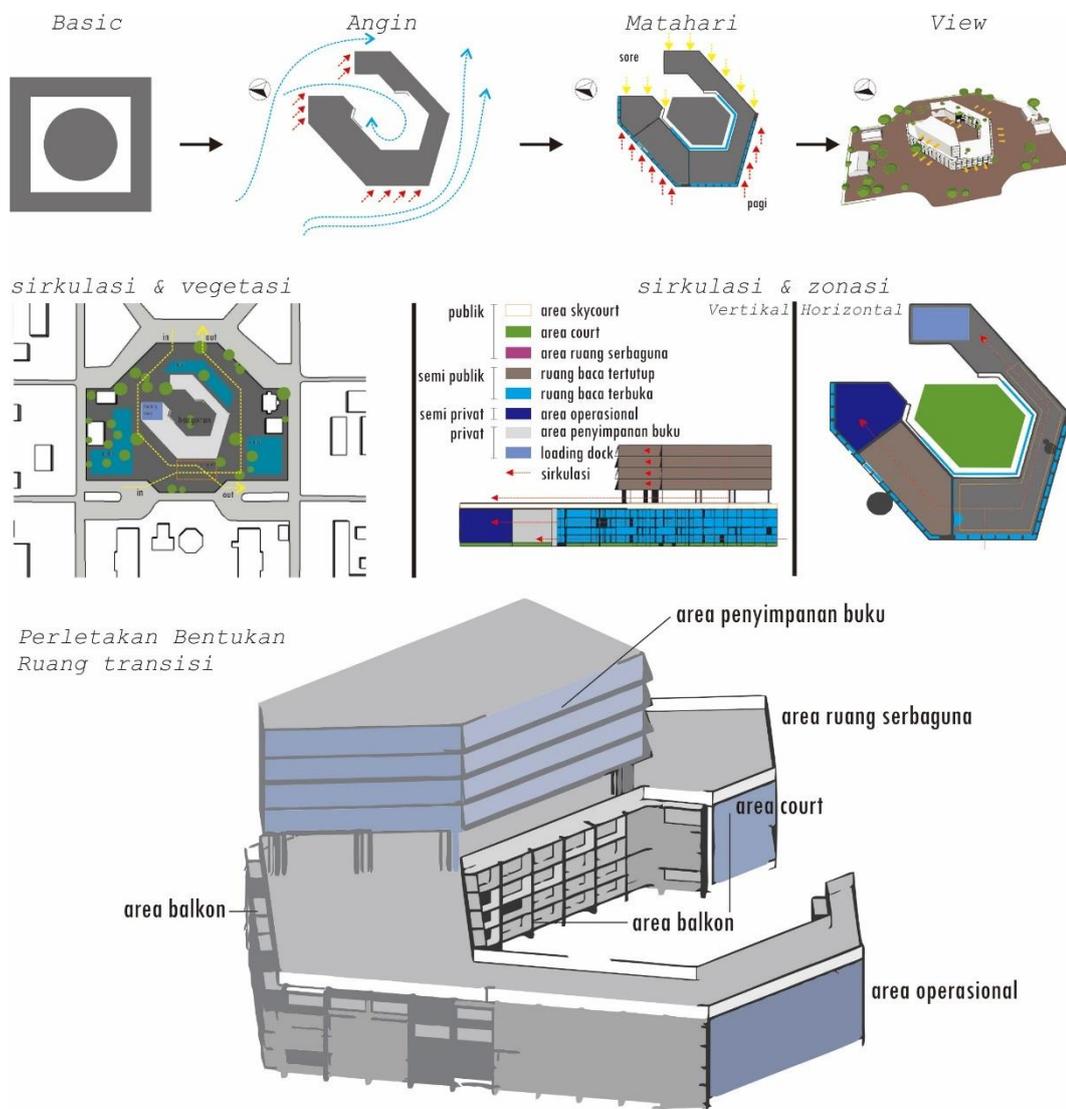
Aliran udara yang terpecah akan menciptakan aliran berputar pada sisi *windward* dan *leeward* bangunan sebagai zona tenang, pada area *leeward* di jadikan zona komunal, karena lokasi ini nyaman untuk ruang terbuka, Pada lantai satu sampai empat bangunan berbentuk lingkaran, hal ini dilakukan untuk mengarahkan aliran angin ke seluruh selubung bangunan, bentuk ini juga bertujuan untuk pengguna menikmati lebih banyak *view*. Pada tahap evaluasi bentuk bangunan, parameter yang dijadikan evaluasi pada eksplorasi bentuk bangunan berhubungan dengan kriteria.

Selubung bangunan dibuat berbentuk lingkaran guna untuk mendapatkan *smooth* pada aliran angin dan dapat mengarahkan pada seluruh permukaan selubung bangunan. Pada lantai satu sampai empat bangunan berbentuk lingkaran, dan bentuk kubus atau kotak agar bangunan sebagai objek penghalang aliran udara (*barrier*) dan akan membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati di sekitarnya.

Ruang terbuka juga terletak pada lantai 3,4 dan 5, memungkinkan porositas aliran angin untuk dilanjutkan ke atas menciptakan fasad yang unik dan pemisahan yang jelas antara dua program yaitu perpustakaan & kegiatan mahasiswa. Pada area samping (utara dan selatan) terjadi peningkatan aliran udara dibanding area timur dan barat, namun perletakan dan orientasi bangunan telah mengantisipasi hal tersebut dengan mempertahankan vegetasi sekitar bangunan sebagai penghalang angin dan matahari.

Pada perancangan ini penempatan bukaan baik horizontal maupun vertikal dilakukan dengan beberapa teknik, diantaranya *cross ventilation* dan *single side* sehingga perputaran angin tidak terlalu banyak, terutama pada ruang dalam seperti atrium, hal ini dilakukan agar penghawaan di dalam bangunan lebih sejuk. Ruang teras yang banyak disediakan dengan berbagai modul balkon, ruangan tersebut berfungsi sebagai area peralihan antara ruang luar (halaman) dengan ruang dalam (bangunan) yang dapat mengelola kondisi iklim mikro baik di dalam bangunan ataupun di sekitarnya.

Eksplorasi bentukan massa 2



Gambar 5.10 Eksplorasi bentukan massa 2 terhadap *force*

Penjelasan bentukan massa 2

Konsep bangunan untuk menjawab programatik fasilitas ruang perpustakaan menggunakan dasar aspek fungsi utama perpustakaan sebagai acuan akan kebutuhan yang dipenuhi. Bentuk ini juga disesuaikan dengan kondisi dan potensi site agar selaras dengan alam sekitar dan konteks universitas pada area tapak. Pada *rooftop/sky court* eksplorasi massa 2 bangunan sebagai ruang vegetasi untuk menyaring angin masuk bangunan dan peneduh pada ruang baca terbuka. Bangunan dibuat bebentuk U untuk mendapatkan turbulensi angin di tengah, dan ruang di tengah sebagai ruang tenang berupa *courtyard*.

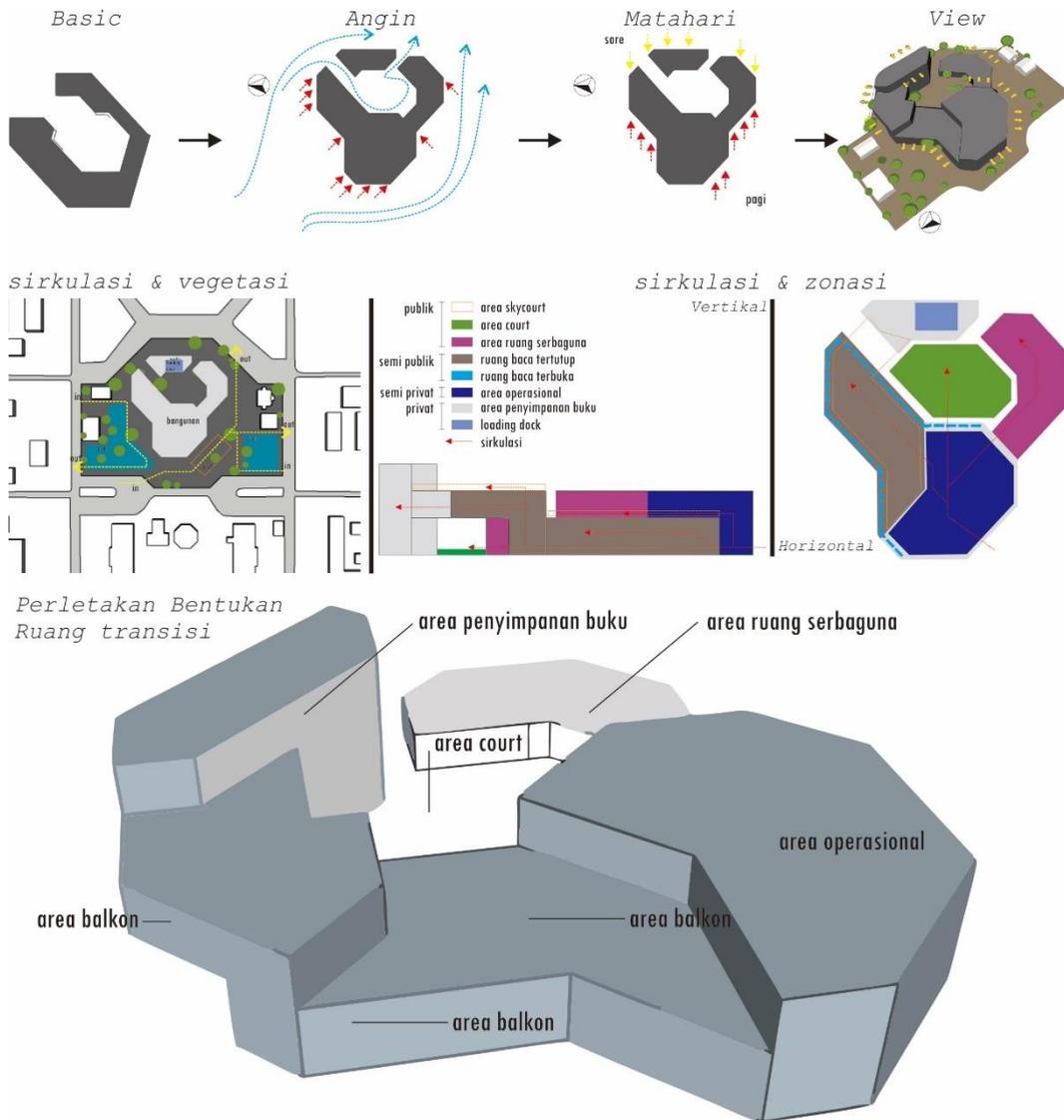
Konsep tapak perancangan yang dipilih berada pada area yang cukup datar agar akses mahasiswa tidak sulit, *courtyard* ditengah tapak menjadi point utama pandangan bagi pengunjung dan mengikuti bentuk site agar selaras dengan bangunan sekitarnya. Area terbuka yang luas digunakan untuk fungsional area berkumpul dan menikmati suasana alam bagi mahasiswa. Sisi bangunan sebelah Utara, Selatan dan Barat dimaksimalkan area yang minim halangan agar angin lebih banyak masuk angin ke bangunan, dan ruang penyimpanan buku di letakan di sisi Timur dengan massa yang lebih tinggi sebagai *barrier* angin atau penghalang angin dan matahari.

Zonasi pada bangunan direncanakan menaungi 5 lantai, pada lantai satu sampai empat ini berfungsi sebagai ruang penyimpanan buku tetapi pada sisi terluar bangunan digunakan untuk ruang baca tertutup. Kecepatan angin yang cukup kuat berada di ketinggian 12 meter sehingga tidak mempengaruhi pada area dibawah. Oleh karena itu, massa dibagi menjadi dua zona, pada area di atas 12 meter bangunan dibuat tertutup dengan menggunakan material kaca, sebab angin yang diterima terlalu kencang, sementara pada area dibawah 12 meter digunakan sebagai area ruang baca terbuka dan tertutup. Hal ini dilakukan untuk kenyamanan pengguna bangunan karena angin yang datang pada ketinggian dibawah 12 meter tidak terlalu kencang dan telah di saring oleh pepohonan, sehingga desain bukaan seperti balkon akan diterapkan pada zona ini.

Pengembangan ruang transisi dengan menggabungkan ruang baca terbuka, ruang baca tertutup dan kegiatan mahasiswa. Ruang baca tertutup digunakan khusus untuk area peminjaman buku, namun sirkulasi angin tetap mengakomodasi ruangan

ini dan penggunaan ventilasi dapat di terapkan dari setiap zona sehingga aliran angin mengakomodasi aliran angin baik di luar dan di dalam bangunan, hingga ruang *courtyard* menggunakan sistem *cross ventilation*.

Eksplorasi bentukan massa 3



Gambar 5.11 Eksplorasi bentukan massa 3 terhadap *force*

Penjelasan bentukan massa 3

Bangunan sebagai objek penghalang aliran udara akan membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati di sekitarnya, aliran udara yang terpecah akan menciptakan aliran berputar pada sisi *windward* dan *leeward* bangunan yang cenderung memiliki kecepatan udara yang rendah atau

dapat dikatakan sebagai zona tenang (*courtyard*). Bentuk bangunan silinder meneruskan aliran udara tanpa menghasilkan aliran turbulensi yang mengarah ke bagian ruang bawah bangunan. Hal tersebut dikarenakan, bangunan dengan bentuk silinder tidak memiliki area muka bangunan yang menghalangi aliran udara. Berbeda dengan dengan bangunan kotak yang memiliki *turbulent boundary layer* yang akan menciptakan aliran udara vertikal dan aliran turbulensi mengarah ke bagian bawah/permukaan tanah. Dengan kolaborasi bentukan silinder dengan kotak sehingga membentuk tirsan angin, bentuk bangunan juga akan mengarahkan aliran angin ke area yang di inginkan.

Givoni (1980) menjelaskan bahwa pada ruang yang berbentuk dasar bujursangkar, dengan bukaan ganda pada satu sisi mengakibatkan kecepatan angin paling besar terjadi pada arah angin yang membentuk sudut 45° dari garis bukaan tersebut. Sehingga bentukan eksplorasi massa 3 perlu di kolaborasikan dengan bukaan yang dapat di aliri angin secara menerus, sehingga terjadinya cross ventilation pada ruang dalam lebih optimal.

Pada eksplorasi massa 3, area Utara tapak dijadikan sebagai area enterance pejalan kaki sekaligus area interaksi pengunjung, oleh karena itu, tetap dipertahankan untuk fungsi penghijauan dan juga sebagai area pengarah angin pada pagi hari untuk diarahkan ke bangunan. Area terbuka di Barat agar *view* pandang bangunan tak terhalangi oleh apapun karena potensi view yang sangat besar dan baik terutama potensi angin kencang.

Konsep ruang transisi mewadahi area bebas hambatan angin pada area Utara, Selatan dan Barat karena area ini adalah daerah dengan aliran angin yang konstan. Fungsi massa bangunan sebagai ruang penyimpanan buku berada pada area Timur karena bangunan akan menghalangi aliran angin sekaligus penyinaran matahari. Konsep ruang transisi diwujudkan dengan area sosialisasi di Utara massa berupa *skycourt*.

Konsep untuk zona publik dan semi publik merupakan salah satu faktor yang menjadi pertimbangan untuk eksplorasi bangunan, namun tetap menyesuaikan dengan potensi aliran angin untuk kenyamanan aktivitas penggunanya. Zonasi ruang-ruang tersebut secara khusus berfungsi sebagai balkon, *courtyard*, *skycourt* dan atrium sebagai bentuk konsep ruang transisi, dan berfungsi untuk kompleks

rekreasi yang sederhana sehingga memberikan pencapaian seperti, kombinasi bentuk dan bukaan pada fasad akan mengatasi radiasi matahari, bangunan menggunakan kanopi datar untuk mengaburkan batas luar ruangan, memperbesar area yang teduh sehingga ruang luar cukup untuk kegiatan komunitas.

❖ Evaluasi bentuk dan orientasi

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 desain perancangan pasif berfokus pada kondisi iklim, dengan mempertimbangkan konfigurasi bentuk bangunan dan perencanaan tapak, orientasi dan bentuk bangunan (fasad utama dan bukaan), desain fasad (termasuk jendela, lokasi, ukuran dan detail), perangkat penahan radiasi matahari (misalkan *sunshading* pada fasad dan jendela), perangkat pasif siang hari, bentuk selubung bangunan, tanaman vertikal dan pengelolaan angin.

Rancangan pasif lebih mengandalkan rancangan bangunan dengan sendirinya mampu mengantisipasi permasalahan iklim melalui solusi arsitektural. Merujuk penelitian Givoni (1976) yang membahas hubungan antara kontrol energi pada bangunan dengan pergerakan udara merupakan pengaruh pelepasan panas pada struktur bangunan melalui proses konveksi pada selubung bangunan sehingga panas yang terserap oleh selubung bangunan lebih kecil. Perpindahan panas secara konveksi akan lebih terbantu oleh turbulensi yang terjadi pada permukaan luar selubung bangunan.

Penerapan konsep ruang transisi dapat difungsikan sebagai fungsi penunjang seperti area berkumpul, ruang untuk memperlihatkan estetika bangunan, ruang tangga darurat atau fungsi ruang lain sebagai penunjang yang dapat berupa atrium, plaza, *courtyard*, *skycourt*, balkon dan lainnya. Ruang transisi pada bangunan dapat mengontrol termal dalam bangunan dengan merekayasa angin dan panas matahari yang diterima bangunan dengan cara menggunakan elemen pasif misalnya kisi-kisi, *skylights*, *dormers*, *clerestories*, *belvedere*, dll atau sekedar mengarahkan angin dari satu ruang ke ruang lainnya untuk mendapatkan penghawaan alami.

Tabel 5.7 Evaluasi dan rencana penerapan material fasad

	Design mode		
	Others	Bioclimatic	Ecological
Built form configuration	Other influences	Climate influenced	Environment influenced
Building orientation	Relatively unimportant	Crucial	Crucial
Facade and windows	Other influences	Climate responsive	Environment responsive
Energy source	Generated	Generated / ambient	Generated / ambient / local
Energy loss	Relatively unimportant	Crucial	Crucial / reused
Environmental control	Electro-mech	Electro-mech / manual	Electro-mech / manual
	Artificial	Artificial / natural	Artificial / natural
Comfort level	Consistent	Variable / consistent	Variable / consistent
Low-energy response	Electro-mech	Passive / electro-mech	Passive / electro-mech
Energy consumption	Generally high energy	Low energy	Low energy
Materials source	Relatively unimportant	Relatively unimportant	Low environmental impact
Materials output	Relatively unimportant	Relatively unimportant	Reuse / recycle / reintegrate
Site ecology	Relatively unimportant	Important	Crucial

Sumber : Yeang, 1995

Penerapan konsep ruang transisi pada bangunan bioklimatik diartikan sebagai suatu zona di antara interior dan eksterior bangunan. Perwujudan area transisi bisa berupa atrium yang peletakannya di tengah bangunan dan sekeliling bangunan yang berfungsi sebagai ruang udara. Kisi-kisi pada atap bangunan nantinya bisa mengarahkan angin dari atrium ke ruangan-ruangan dalam. (Yeang, 1994). Dari mode desain bioclimatik dengan penerapan konsep ruang transisi dapat dilihat faktor-faktor dari pengelolaan angin yang berperan menurunkan suhu termal dalam bangunan, faktor-faktor tersebut antara lain konfigurasi bentuk bangunan terhadap angin, orientasi bangunan (pembayangan), bukaan pada fasad dan penggunaan material. Berdasarkan hal tersebut maka parameter yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Konfigurasi bentuk bangunan. Semakin luas permukaan bangunan yang diterpa angin akan semakin besar kemungkinan penurunan suhu dalam bangunan. Bentuk bangunan yang menghalangi paparan matahari dari timur dan barat adalah yang baik, dan bukaan pada utara dan selatan untuk memasukan aliran angin lebih baik.
2. Orientasi bangunan. Orientasi yang memudahkan angin konstan masuk bangunan dari arah Utara dan Selatan. Semakin lebar massa ke arah

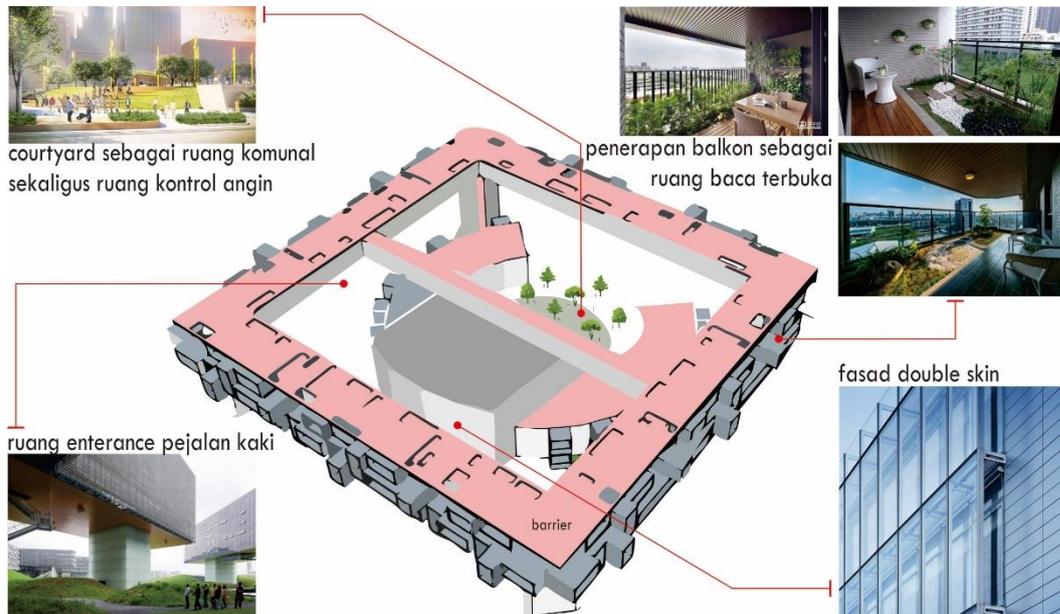
Barat (teluk), maka semakin banyak ruang dalam yang dapat menikmati *view* keluar. Pembayangan terhadap paparan panas matahari dari arah Timur dan Barat.

3. Bukaan pada fasad. Semakin banyak bukaan yang mampu memasukan aliran angin akan semakin besar kemungkinan penurunan suhu dalam bangunan. Bukaan diterapkan dengan balkon, *skycourt*, *courtyard* dan atrium.
4. Penggunaan elemen fasad. Efisiensi penggunaan device fasad dengan mempertimbangkan bukaan untuk memasukan angin, pembayangan terhadap paparan sinar matahari (termasuk pencahayaan alami) dan *view* keluar bangunan. Semakin banyak angin yang dimasukan tanpa diikuti panas matahari akan semakin efisien energi yang digunakan untuk penurunan suhu dalam bangunan.

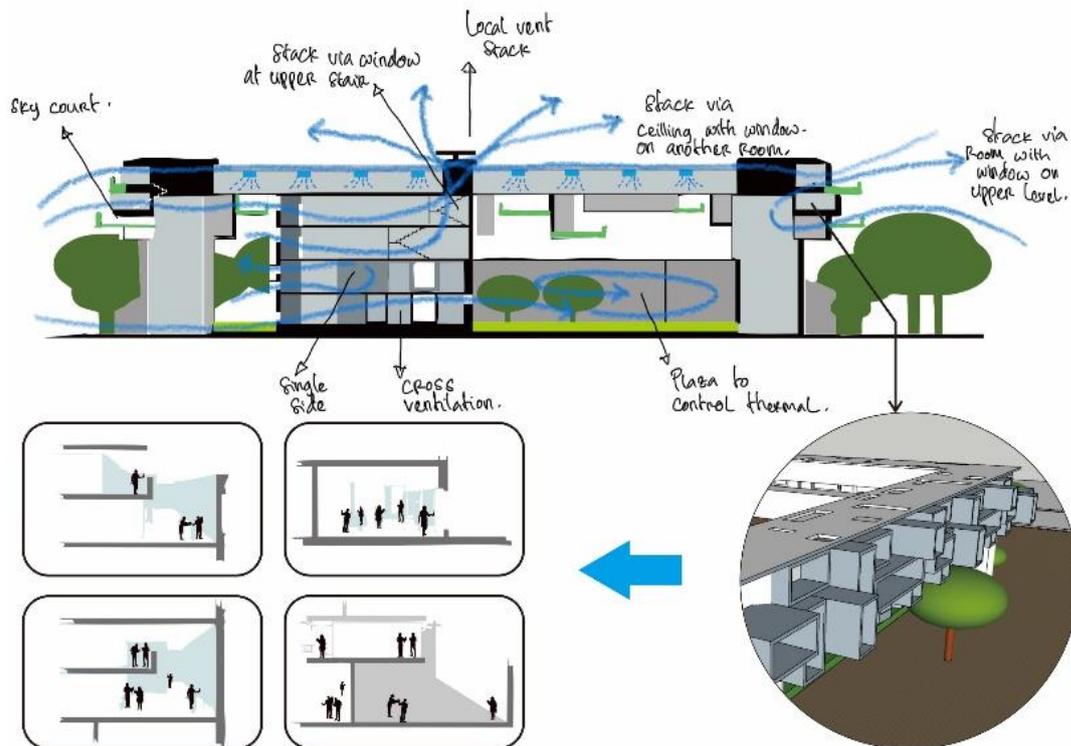
Keempat parameter tersebut dapat di asumsikan berdasarkan perbandingan dengan data-data yang sudah ada sebelumnya untuk melihat mana yang paling efektif atau efisien. Berdasarkan data iklim pada lahan perancangan, kota Palu mempunyai arah angin konstan dari arah utara dan selatan, sementara untuk angin teluk berada arah barat dan angin perbukitan dari arah timur. Kota Palu mendapatkan penyinaran matahari dari arah Timur dan Barat. Berdasarkan data tersebut maka diambil sampel pertimbangan kriteria untuk melihat seberapa efektif bentuk bangunan terhadap penurunan suhu (termal) bangunan.

Evaluasi bentukan massa 1

Bentuk bangunan silinder meneruskan aliran udara tanpa menghasilkan aliran turbulensi angin yang mengarah ke bagian bawah seperti area pedestrian dan area *courtyard*. Hal tersebut dikarenakan, bangunan dengan bentuk silinder tidak memiliki area muka bangunan yang menghalangi aliran udara. Arah aliran angin pada tapak juga dipengaruhi oleh ketinggian massa bangunan, pada eksplorasi bentukan massa 1 bangunan bagian ruang baca (balkon) diletakan di atas 12 meter agar mendapatkan aliran angin lebih besar untuk dimasukan ke dalam bangunan sehingga angin yang di terima bangunan lebih besar, balkon-balkon ini berfungsi menangkap aliran angin dari berbagai arah.



Gambar 5.12 Evaluasi bentuk massa 1



Gambar 5.13 Evaluasi pengelolaan angin pada bentuk massa 1

Tabel 5.8 Evaluasi eksplorasi bentuk massa 1

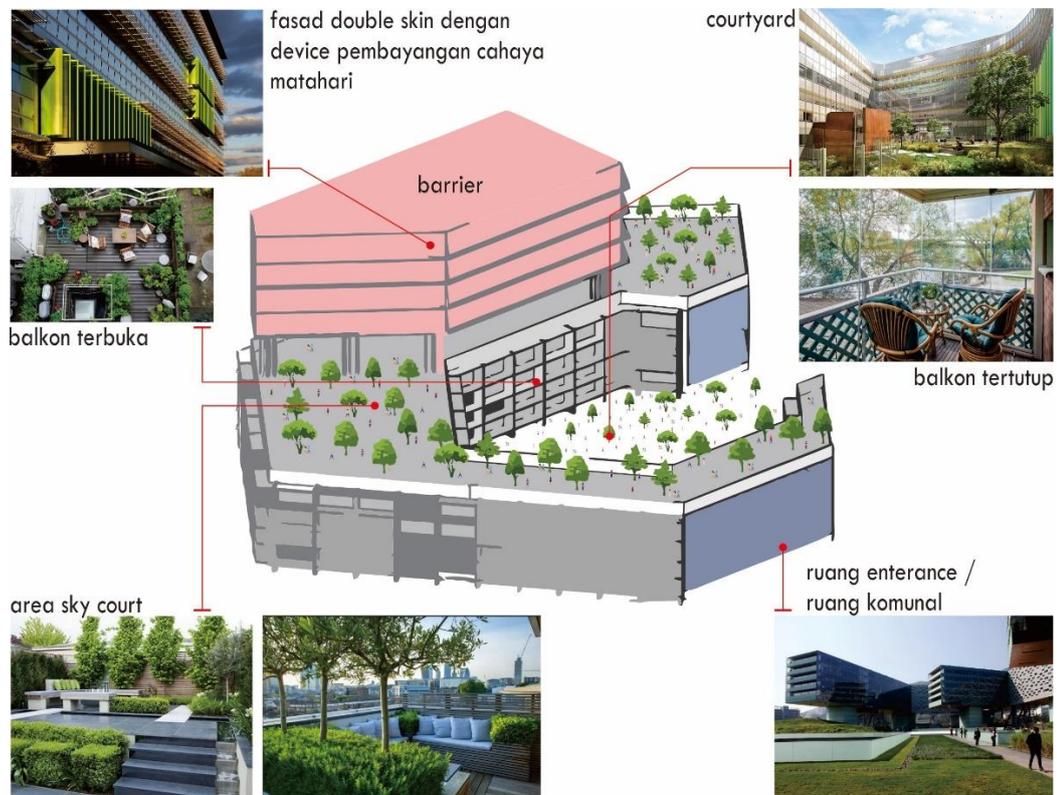
parameter	angin	matahari	view	akses
Bentuk	***	****	****	*
Orientasi	***	***	****	**

parameter	angin	matahari	view	akses
Fasad	***	***	****	***
material	**	***	*****	**
Penataan ruang	**	**	*****	*
nilai	cukup	cukup	sangat baik	kurang

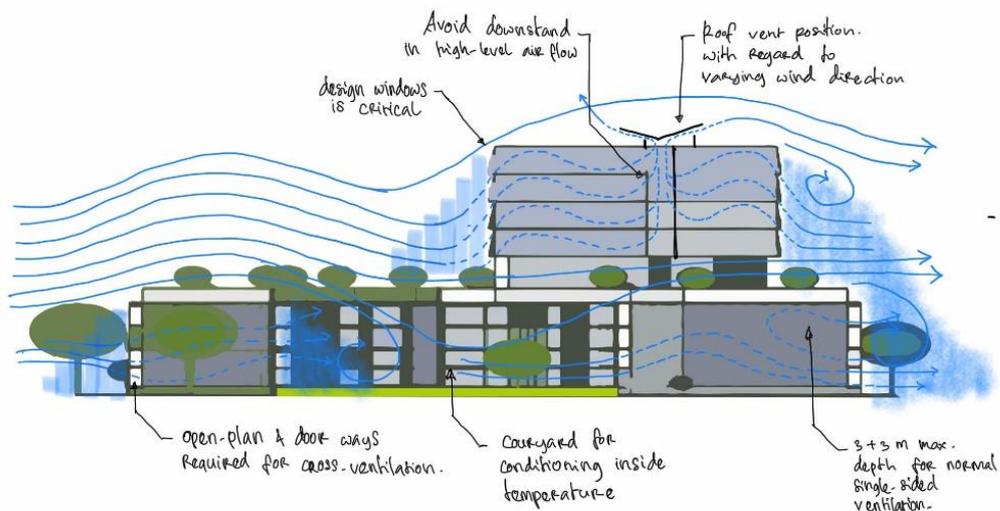
***** : sangat baik **** : baik *** : cukup ** : kurang baik * : kurang

Evaluasi bentukan massa 2

Pada perancangan ini, untuk meminimalisir hawa panas menggunakan eksplorasi fasad, orientasi dan bentuk serta ruang dalam bangunan, fasad dengan penerapan balkon, dinding menggunakan kaca dan celah berupa bukaan pada balkon. Bentuk berhubungan dengan orientasi bangunan, ketinggian, pembagian massa, dan konfigurasi ruang, ruang dalam sesuai kegiatan pengguna, sistem operasional dan ruang terbuka pada perpustakaan. Ruang baca menjadi semakin bervariasi dilihat dari bentuk dan respon lingkungan, dengan elemen pengelolaan angin berupa *shading* pelindung dari cahaya matahari yang berlebihan sehingga pembaca mendapatkan pencahayaan alami yang tidak menyilaukan.



Gambar 5.14 Evaluasi bentukan massa 2



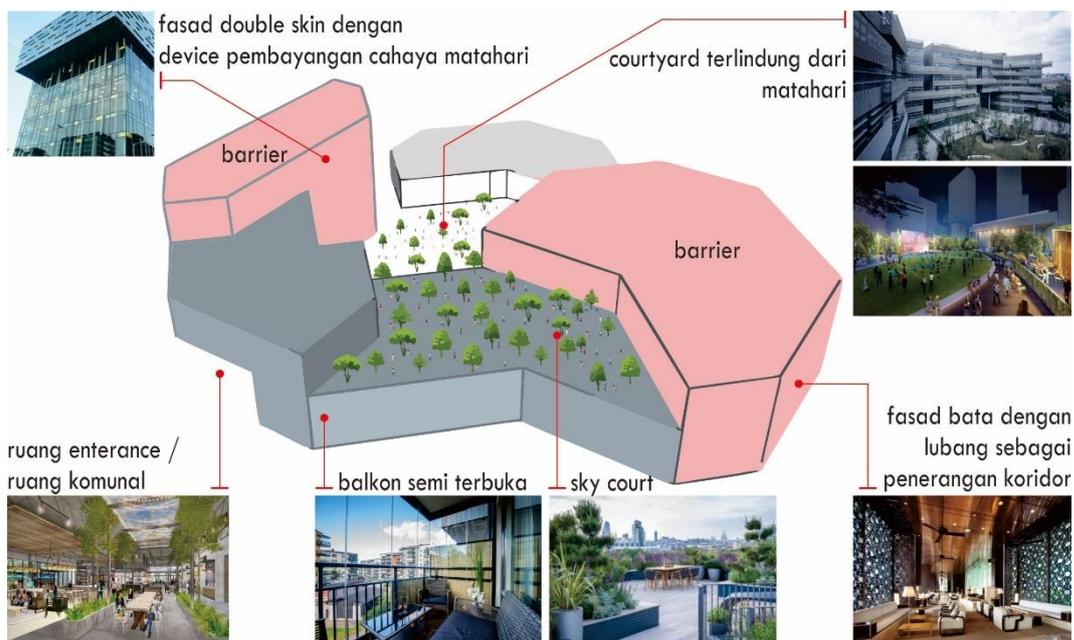
Gambar 5.15 Evaluasi pengelolaan angin pada bentukan massa 2

Tabel 5.9 Evaluasi eksplorasi bentukan massa 2

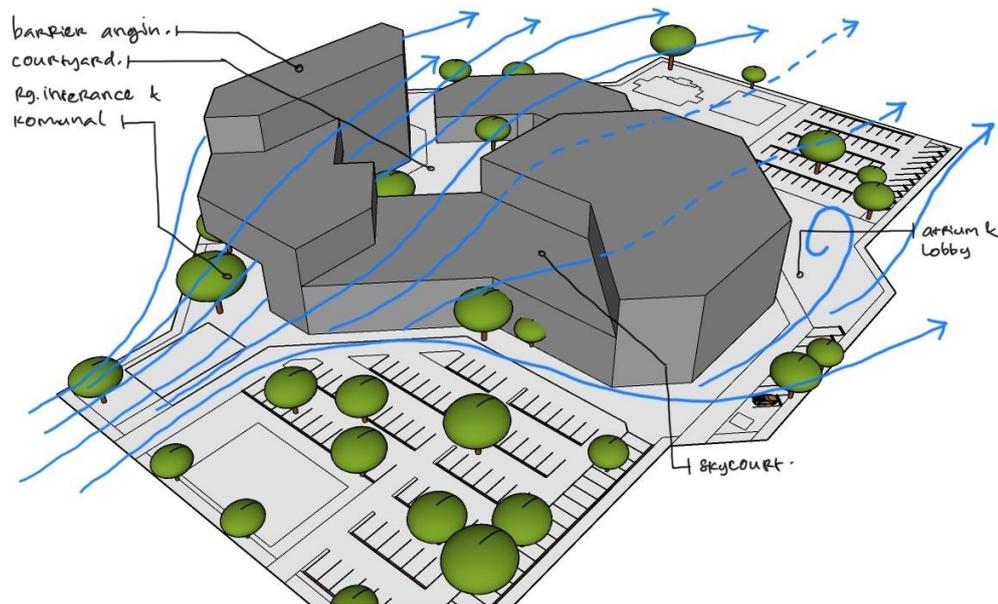
parameter	angin	matahari	view	akses
Bentuk	**	**	****	*
Orientasi	**	**	****	**
Fasad	**	**	****	**
material	**	**	****	**
Penataan ruang	**	*	****	*
nilai	cukup	kurang baik	sangat baik	cukup

**** : sangat baik *** : baik ** : cukup * : kurang

Evaluasi bentukan massa 3



Gambar 5.16 Evaluasi bentukan massa 3



Gambar 5.17 Evaluasi pengelolaan angin pada bentukan massa 3

Tabel 5.10 Evaluasi eksplorasi bentukan massa 3

parameter	angin	matahari	view	akses
Bentuk	****	****	****	****
Orientasi	****	***	****	***
Fasad	****	***	*****	***
material	***	***	*****	***
Penataan ruang	****	***	*****	*****
nilai	baik	baik	sangat baik	baik

***** : sangat baik **** : baik *** : cukup ** : kurang baik * : kurang

Dari beberapa bentuk yang diusulkan, hasil dari parameter akan menunjukkan bagaimana bentuk bangunan berpengaruh terhadap penerimaan aliran pada bangunan. Dengan volume bangunan yang kurang lebih sama (sekitar 400.000 m³) namun mempunyai penerapan pengelolaan angin yang berbeda pada fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam. Komposisi konsep ruang transisi juga berbeda sesuai dengan komposisi desain yang diusulkan.

Bentuk 1 mempunyai layout akses ruang dalam yang kurang baik, dengan bentukan yang memisahkan zona massa ruang operasional dengan ruang perpustakaan (ruang penyimpanan buku dan ruang baca) akan menyusahkan pengguna untuk berinteraksi, pembagian massa seperti ini juga akan menyusahkan akses dari pintu masuk ke ruang yang di tuju. Respon pengelolaan angin cukup baik, dengan cara menerapkan bentuk kotak yang mengelilingi bangunan induk sebagai *barrier* angin sekaligus pembayangan cahaya matahari untuk bangunan

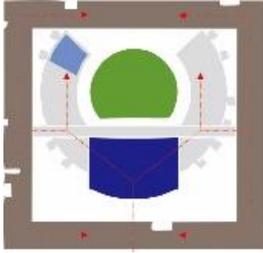
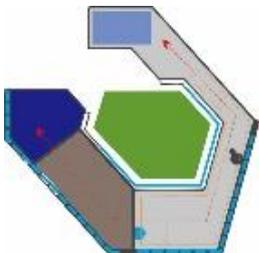
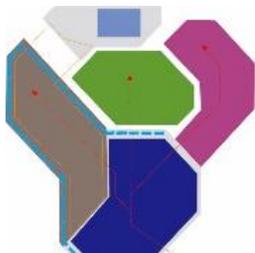
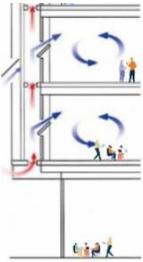
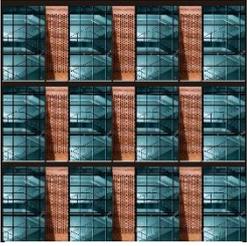
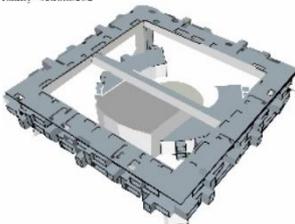
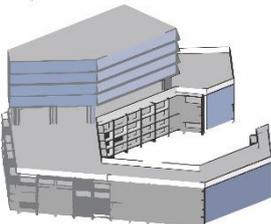
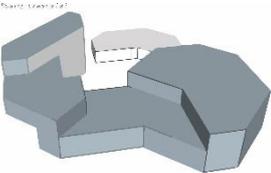
central, pada bangunan *central* yang berada di tengah berbentuk lingkaran untuk mendapatkan *smooth* turbulensi angin. Barrier angin tersebut menerapkan balkon sebagai ruang baca terbuka. Sehingga dengan pertimbangan akses pengguna dan penerapan konsep runang transisi, bentuk 1 kurang baik dijadikan pilihan perpustakaan hemat energi.

Bentuk 2 mempunyai *layout* akses ruang dalam yang cukup baik, dengan bentukan yang sudah menyatukan semua zona massa dalam satu massa yang terhubung sehingga memudahkan akses pengguna. Respon pengelolaan angin yang baik, dengan *double skin fasad* diterapkan pada area penyimpanan buku dan luasan skycourt yang digunakan sebagai kontrol angin pada area *rooftop*, namun bentukan ini beresiko pada pembayangan matahari sehingga kontrol termal bangunan menjadi kurang baik.

Bentuk 3 mempunyai *layout* akses seperti bentukan 1 dimana bangunan massa memutar untuk menghubungkan ruang dan seperti bentukan 2, bentukan massa dibuat dalam satu kesatuan massa sehingga memudahkan akses pengguna. Respon pengelolaan angin yang sangat baik, dengan menerapkan elemen pembayangan massa berupa bentukan *barrier* angin dan matahari untuk kenyamanan termal pada area balkon dan *courtyard*. Fasilitas ruang dalam akan didukung dengan kolaborasi material fasad bata yang dapat menyaring angin dan sinar matahari untuk masuk bangunan, dan untuk ruangan yang membutuhkan pengawaan buatan dapat menggunakan material kaca sehingga tetap dapat menikmati *view* pada suhu yang nyaman., bentuk 3 merupakan yang paling efisien untuk perpustakaan hemat energi.

Keseluruhan bentuk yang dievaluasi mempunyai kelebihan dan kelemahan pada beberapa parameter tertentu begitu juga sebaliknya maka perlu dipertimbangkan mana yang paling banyak kelebihan dalam merespon *force* yang ditetapkan, sehingga pada penerapannya bangunan dapat memanfaatkan konsep ruang transisi dengan optimal serta tetap mempertimbangkan fungsi bangunan sebagai perpustakaan.. Perbandingan bentuk bangunan dengan mempertimbangkan layout, fasad dan bentuk terhadap angin, matahari, *view* dan akses. Berikut perbandingan usulan bentuk bangunan beserta perbandingan evaluasi terhadap penerapan konsep ruang transisi.

Tabel 5.11 Perbandingan usulan bentuk bangunan & perbandingan evaluasi

Kriteria/ parameter	Bentuk 1	Bentuk 2	Bentuk 3
Layout	 <p>Bentukan smooth & pembagian massa</p>	 <p>Penyatuan massa & bukaan yang luas</p>	 <p>Massa miring 45° & pembayangan panas</p>
Fasad	 <p>Double skin</p>	 <p>Balcony</p>	 <p>Material fasad</p>
Bentuk	 <p>Dominasi force matahari</p>	 <p>Dominasi force angin</p>	 <p>Dominasi force akses</p>
Kriteria/ parameter	Bentuk 1	Bentuk 2	Bentuk 3
Angin	cukup	cukup	baik
Matahari	cukup	kurang baik	baik
View	sangat baik	sangat baik	sangat baik
Akses	kurang	cukup	baik

Ketiga bentuk yang diusulkan mempunyai dominasi *force* yang berbeda. Bentuk 1 berawal dari merespon force panas matahari, bentuk 2 berawal dari merespon force angin, dan bentuk 3 berawal dari merespon force akses keamanan pengguna. Namun tetap ketiga usulan bentuk memperhatikan keseluruhan force dengan porsi yang berbeda dan dari bentuk 1 ke 2 lalu ke bentukan 3 mengalami evaluasi untuk merespon kekurangan bentukan sebelumnya. Dalam men-generate usulan bentuk dengan merespon *constraint* aliran angin dilakukan dengan *transfer*

frame melalui kajian teori yang terkait untuk menghasilkan *target frame* berupa korelasinya dengan elemen dan sub elemen arsitektural, selanjutnya digunakan untuk membantu untuk menentukan elemen arsitektural yang digunakan pada proses perancangan terutama pada tahap *propose form* ini.

Penerapan metode *domain to domain transfer* pada setiap usulan bentuk juga berbeda-beda. Beberapa bagian bentuk bangunan ada yang tinggikan, diturunkan, dilubangin untuk merespon *constraint* pada lokasi tapak dan menghasilkan bentuk yang dapat menciptakan aliran angin sehingga menurunkan suhu pada bangunan. Bentuk komponen ruang transisi yang diusulkan akan dikembangkan lebih detail. Kemungkinan kombinasi antar usulan desain juga dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja komponen ruang transisi yang mengakomodasi beberapa fungsi bangunan.

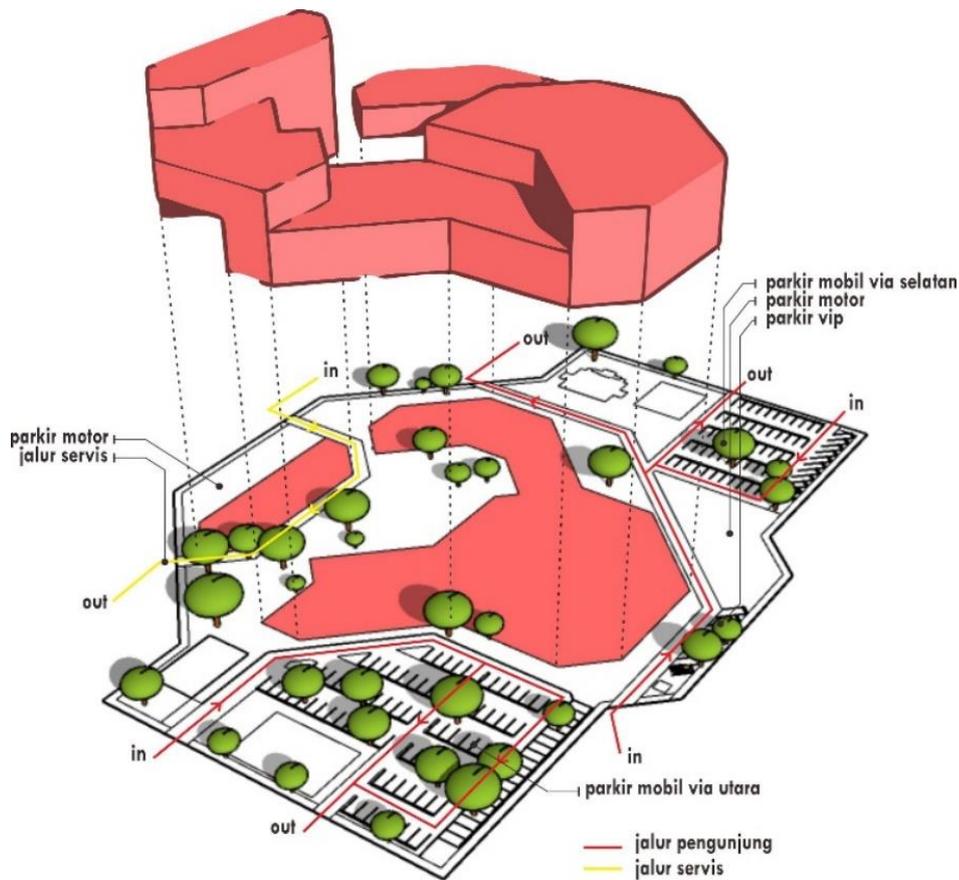
Dilihat berdasarkan perbandingan parameter dan kriteria yang ditentukan dan penyesuaian dengan kajian dan literatur yang telah di bahas sebelumnya, dari ketiga usulan bentuk, bentuk 3 mempunyai opsi yang lebih baik diantara bentuk 1 dan 2 dari segi *constraint* angin, matahari dan akses pengguna. Penerapan konsep ruang transisi mulai dari penerapan pada fasad yang mempertimbangkan akses ruang dalam dengan pengaturan material dalam merespon angin datang, pembayangan matahari untuk melindungi ruang dalam dan ruang luar dengan *barrier* dan tekukan bentuk bangunan serta kemudahan akses hubungan setiap ruang dengan bentukan yang melingkar. 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 dan diperbaiki menjadi lebih baik pada tahap *refine*. Elemen arsitektur tersebut meliputi *site plan*, denah/*layout plan*, bentuk bangunan dan komponen ruang transisi. *Element & part* (bagian bangunan) akan diperbaiki untuk mendapatkan kesesuaian secara fungsi bangunan dan juga ukuran atau dimensi bangunan. Pada tahap *refine* pertimbangan dilakukan dengan pertimbangan yang lebih realistis atau sesuai dengan aturan dan kondisi pada lokasi tapak agar bangunan nantinya dapat di wujudkan.

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.

❖ Rencana Tapak



Gambar 5.18 Rencana site plan perancangan perpustakaan Universitas Tadulako

Eksplorasi site plan 3 (lihat tabel 5.2) mempunyai kecenderungan sirkulasi yang mengalir dan efektif pada lahan & bangunan. Pengunjung perpustakaan dapat langsung menuju bangunan dari 4 pintu masuk baik pejalan kaki atau pengendara. Pengendara dapat memilih opsi, ke area *drop off* lalu ke area parkir, atau langsung ke area parkir yang disediakan. Sirkulasi yang melingkar (*loop*) mempunyai keuntungan bagi pengunjung. Pintu masuk sekaligus sebagai pintu keluar dengan 2 opsi, sehingga terhindar terjadinya kemacetan pada lokasi tapak.

Fasilitas untuk suplai buku masuk ke ruang gudang penyimpanan buku dan *loading dock*, mobil penyuplai buku menggunakan khusus jalur servis yang terpisah dari jalur pengunjung agar mobil penyuplai buku tidak terhambat dengan kegiatan pengunjung umum atau staff operasional yang juga menuju ke perpustakaan, jalur servis juga dapat digunakan untuk situasi khusus seperti *maintenance* bangunan yang membutuhkan kendaraan yang tidak umum.

Koefisien Dasar Bangunan (KDB) perancangan berkisar 6.260 m² dimana nilai tersebut masih sesuai dengan batas maksimal KDB lahan sebesar 9.970 m². Kebutuhan parkir kendaraan tidak menjadi bagian tanggungan perpustakaan universitas, seperti pada kajian sebelumnya, kebutuhan parkir pengunjung perpustakaan ataupun bangunan lain di sekitar perpustakaan menjadi tanggungan bersama. Sehingga pada penerapannya desain *layout* menyediakan tempat parkir sebanyak-banyaknya namun juga mempertimbangkan kebutuhan ruang untuk perpustakaan sendiri, parkir kendaraan juga memanfaatkan lahan pada bangunan fasilitas lain yang telah terbangun sebelumnya pada lahan perpustakaan seperti Bank BNI, Pos Securiti, Perkusi dan Koperasi Mahasiswa. Sehingga jumlah mobil yang ditampung pada parkir area utara sebesar 93 mobil, selatan 61 mobil dan vip 8 mobil. Sehingga jumlah mobil yang ditampung sebesar 162 mobil.



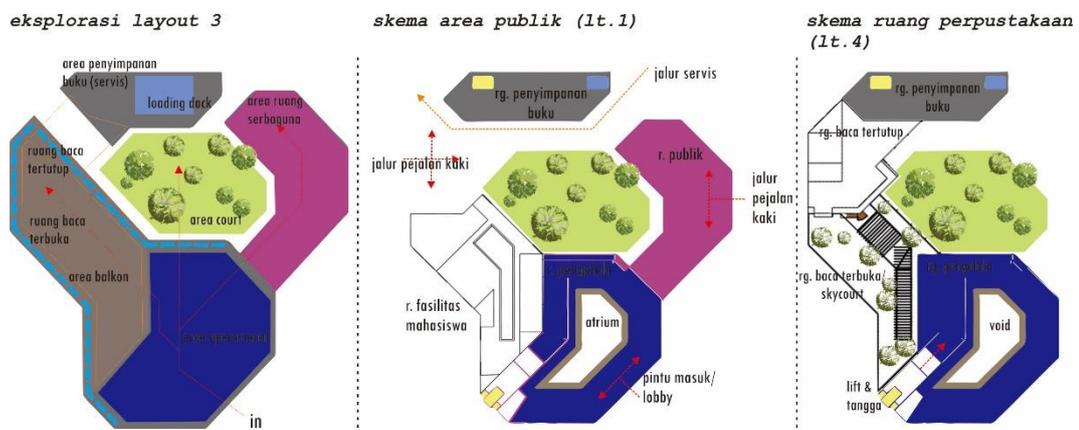
Gambar 5.19 Bangunan perpustakaan terhadap kawasan Universitas Tadulako

Koefisien Dasar Hijau (KDH) pada lahan perancangan sebesar 5.399 m², nilai tersebut telah memenuhi syarat minimal KDH (10%) yang telah ditetapkan oleh peraturan daerah setempat yaitu sebesar 997 m². Sehingga perancangan perpustakaan Universitas Tadulako ini telah memenuhi peraturan daerah setempat dan fungsi area parkir perpustakaan dapat terintegrasi dengan area parkir untuk bangunan di sekitarnya. Area lansekap perpustakaan juga dapat di akses dengan mudah, dan terbuka untuk publik atau kalangan Universitas Tadulako.

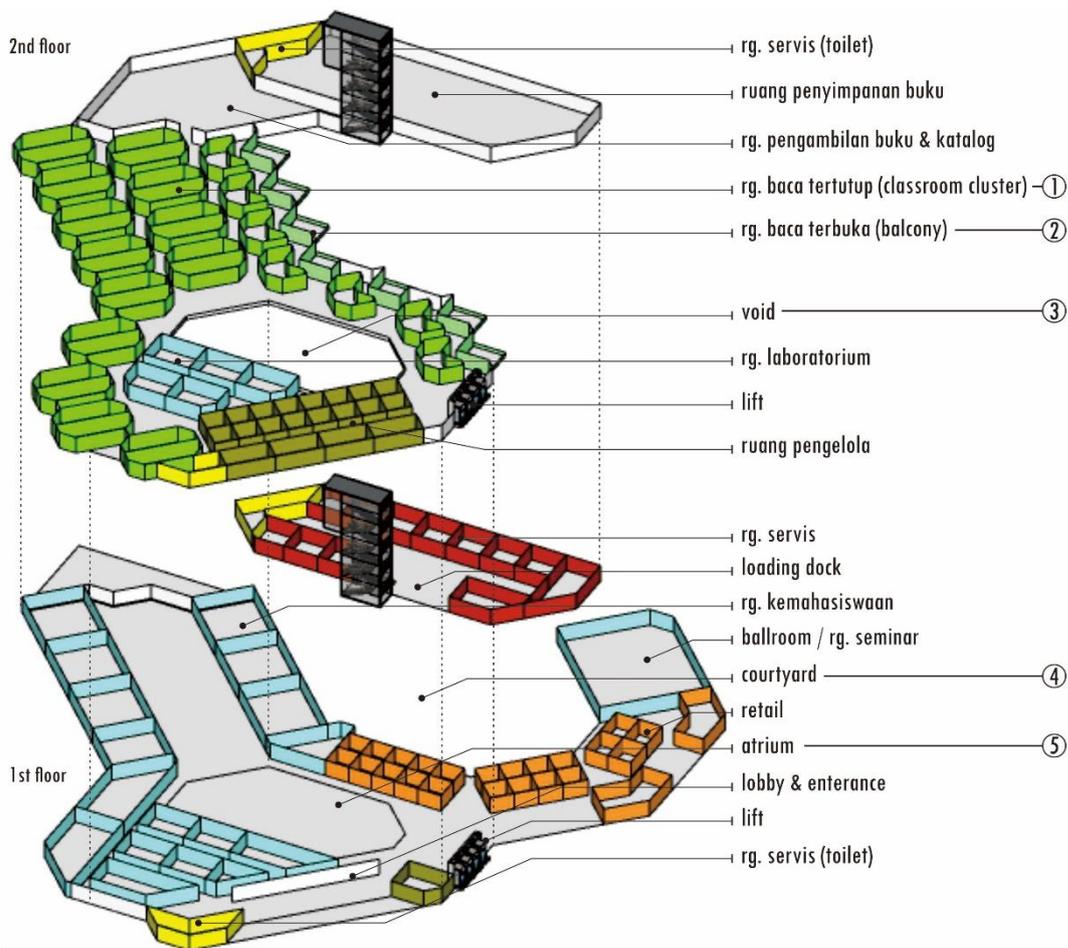
❖ Denah / *layout plan*

Eksplorasi denah/layout plan 3 mempunyai kesesuaian terhadap evaluasi bentuk 1 dan 2, melihat bagian mana bentukan 1 dan 2 yang dapat diteapkan pada desain rancangan akhir. Eksplorasi bentuk 3 mempunyai pengelolaan angin yang dilengkapi dengan efek pembayangan matahari, sehingga suhu bangunan lebih rendah dan efektifitas volume bentuk yang cukup efektif. Bentuk 3 sesuai dengan komposisi denah/layout plan 3 dimana terdiri dari satu gabungan massa yang setiap massa nya terbagi menyesuaikan zonasi sebelumnya.

Zona massa sebagai *barrier* angin adalah zona tertutup yang berada pada sisi Timur dan Barat, zona ini berfungsi sebagai zona operasional dan zona penyimpanan buku. Penataan ruang transisi mengakomodasi arah angin konstan datang, yaitu Utara dan Selatan. Perletakan ruang menyesuaikan jalur aktivitas pengguna, baik pengunjung umum, tenaga operasional dan teknis, serta menyesuaikan dengan sitem operasional perpustakaan. Lantai 1 menjadi area publik, sementara lantai 2 dan seterusnya menjadi area yang lebih privat.



Gambar 5.20 Eksplorasi denah/layout 3 lebih disesuaikan dengan karakter eksplorasi bentuk 3

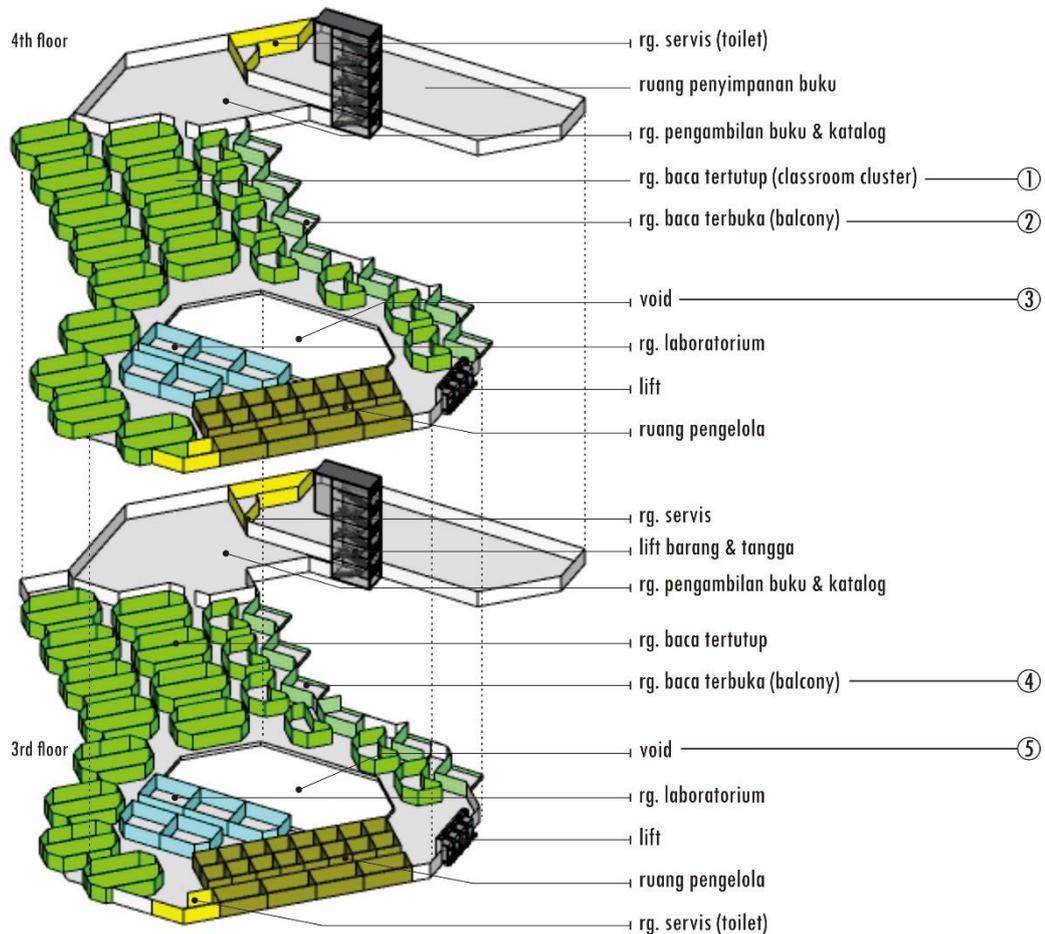


ruang transisi				
① rg. baca tertutup (classroom cluster)	② rg. baca terbuka (balcony)	③ void	④ courtyard	⑤ atrium
ruang baca dengan suasana tenang, penghawaan alami di dapatkan dari angin yang masuk dari koridor	ruang baca dengan suasana terbuka, balkon merupakan ventilasi untuk memasukan angin antara courtyard dan ruang dalam	void berfungsi sebagai elemen desain untuk menyalurkan angin secara vertikal pada ruang dalam, angin datang dari atrium dan naik melalui void	courtyard merupakan ruang kontrol dan penampung angin di luar bangunan, courtyard juga berfungsi sebagai communal space	atrium merupakan ruang kontrol dan penampung angin di dalam bangunan, atrium juga berfungsi sebagai communal space

Gambar 5.21 Denah area publik, pengelola, servis dan fasilitas penunjang (lantai 1-2)

Area lantai 1 merupakan area publik dan area servis. Area publik yang dapat di akses semua pengguna seperti kantin pameran atau ruang interaksi mahasiswa seperti ruang komunitas, studio atau ruang seminar. Sementara ruang servis seperti ruang-ruang utilitas, ruang keamanan dan ruang server hanya dapat di akses oleh petugas *maintenance* perpustakaan, ruangan servis ini masuk pada massa

penyimpanan buku di lantai 1, sementara untuk fungsi utama perpustakaan dapat diakses pada lantai 2, 3, 4 dan 5, termasuk juga ruang penyimpanan buku.

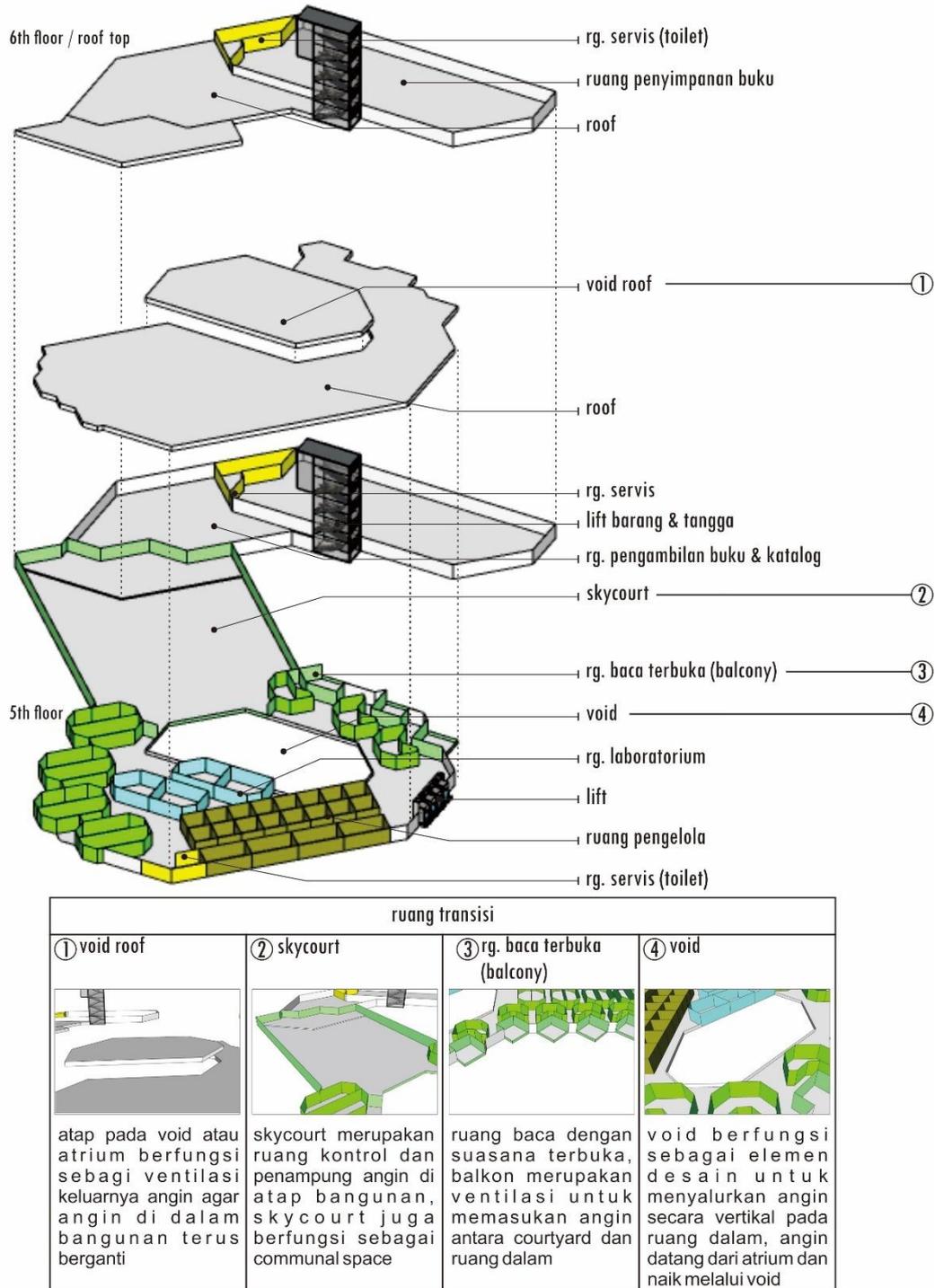


ruang transisi				
① rg. baca tertutup (classroom cluster)	② rg. baca terbuka (balcony)	③ void	④ courtyard	⑤ atrium
ruang baca dengan suasana tenang, penghawaan alami di dapatkan dari angin yang masuk dari koridor	ruang baca dengan suasana terbuka, balkon merupakan ventilasi untuk memasukan angin antara courtyard dan ruang dalam	void berfungsi sebagai elemen desain untuk menyalurkan angin secara vertikal pada ruang dalam, angin datang dari atrium dan naik melalui void	courtyard merupakan ruang kontrol dan penampung angin di luar bangunan, courtyard juga berfungsi sebagai communal space	atrium merupakan ruang kontrol dan penampung angin di dalam bangunan, atrium juga berfungsi sebagai communal space

Gambar 5.22 Denah lantai 3-4 (area ruang baca terbuka dan tertutup serta ruang balkon)

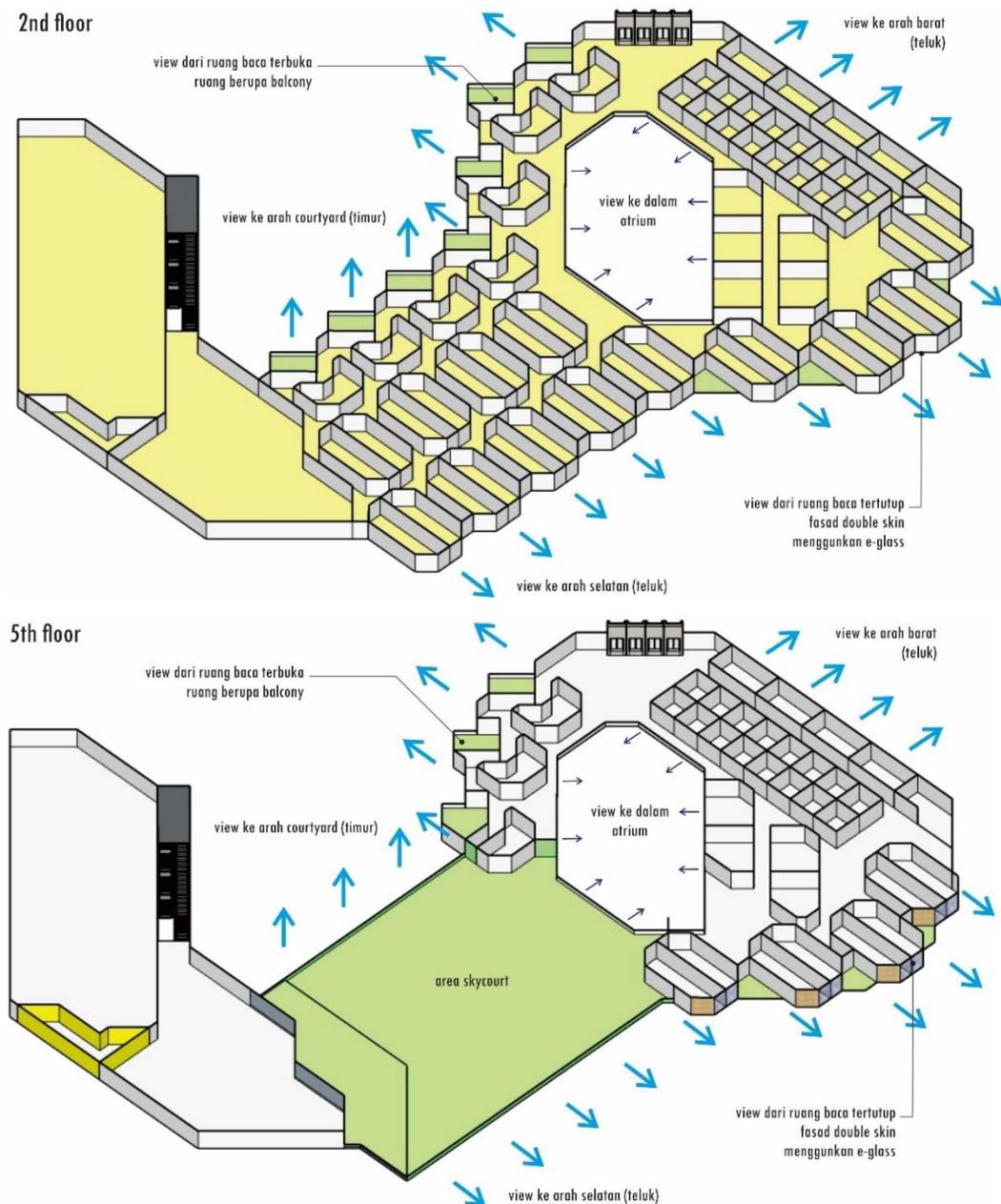
Denah perpustakaan Universitas Tadulako terdiri dari area perpustakaan yang meliputi area penyimpanan buku yang merupakan zona private yang hanya dapat diakses oleh petugas perpustakaan, ruangan penyimpanan buku berdiri pada

massa bangunan sendiri, terpisah dari ruang aktifitas lain kecuali *loading dock* untuk akses suplai buku, hal ini bertujuan agar sistem pengelolaan penghawaan alami pada bangunan tidak menyentuh area penyimpanan buku, sebab penghawaan alami beresiko merusak material buku.



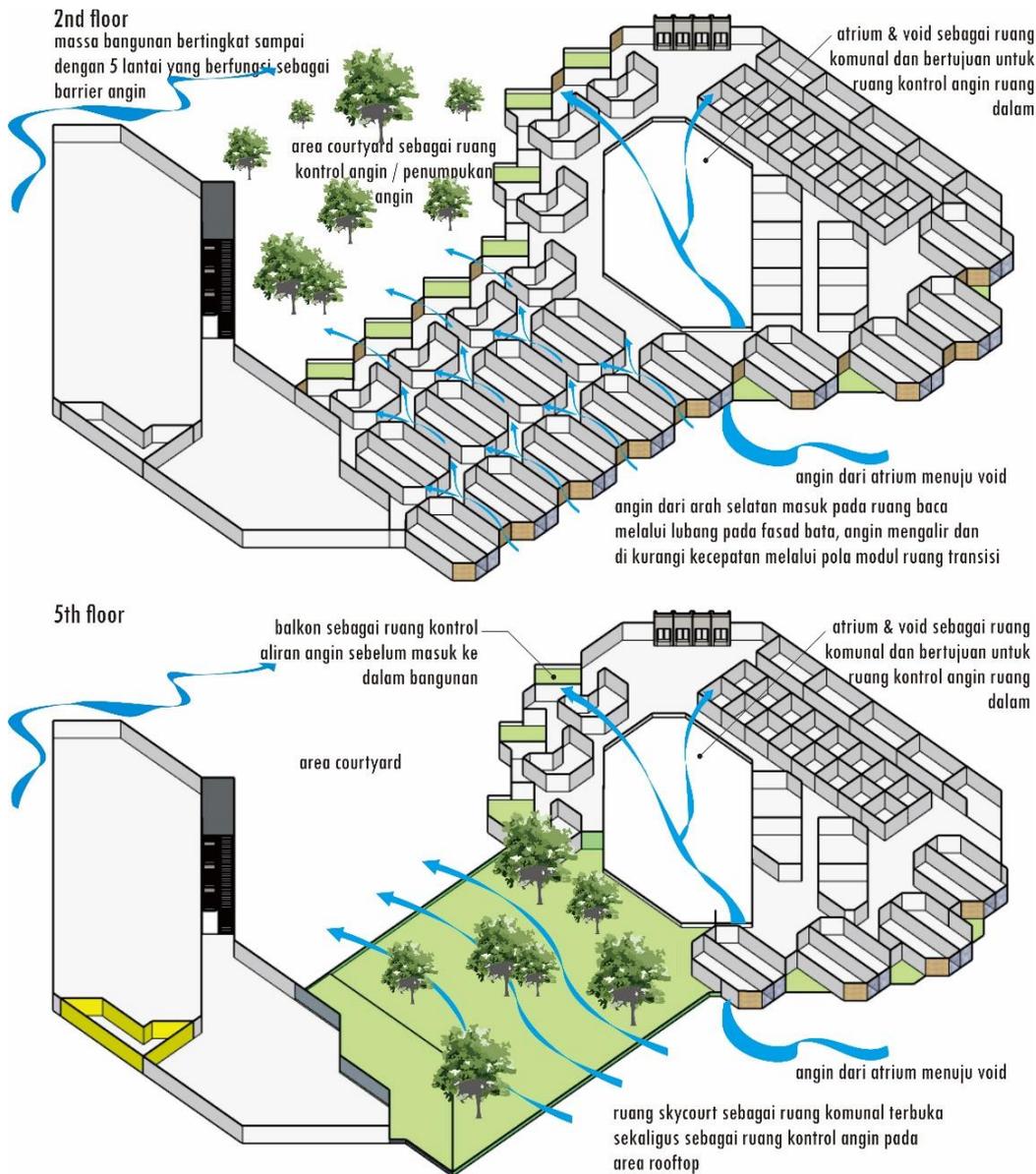
Gambar 5.23 Denah lantai 5-6 (area *skycourt*, *courtyard*, *rooftop* dan posisi void/atrium)

Sementara untuk ruang baca dapat di akses pengunjung pada bentuk massa lain pada lantai 2 sampai lantai 5. Ruang baca terbagi menjadi dua spesifikasi, ruang baca terbuka dan ruang baca tertutup. Ruang baca terbuka memang bertujuan untuk aktifitas aktif mahasiswa, sehingga kemungkinan terjadi kebisingan sangat besar, ruang baca terbuka di letakan pada elemen ruang transisi seperti ruang balkon dan *skycourt*, karena ruangan ini berguna sebagai ruang kontrol aliran angin sebelum masuk ke dalam bangunan.



Gambar 5.24 Penataan perpustakaan akibat *force view* pada lantai 2 dan 5. View ruang pengelola dan ruang komunitas memaksimalkan view ke arah Timur (*courtyard*) dan Selatan-Barat (teluk)

Ruang baca tertutup menggunakan penghawaan alami yang di aliri melalui ventilasi plafon, udara berasal dari elemen ruang transisi seperti balkon, *double skin* dan diteruskan pada ruang luar seperti *courtyard*. Ruangan baca tertutup menggunakan skat pembatas untuk ketenangan pembaca dan suasana yang lebih privasi di banding ruang baca terbuka.

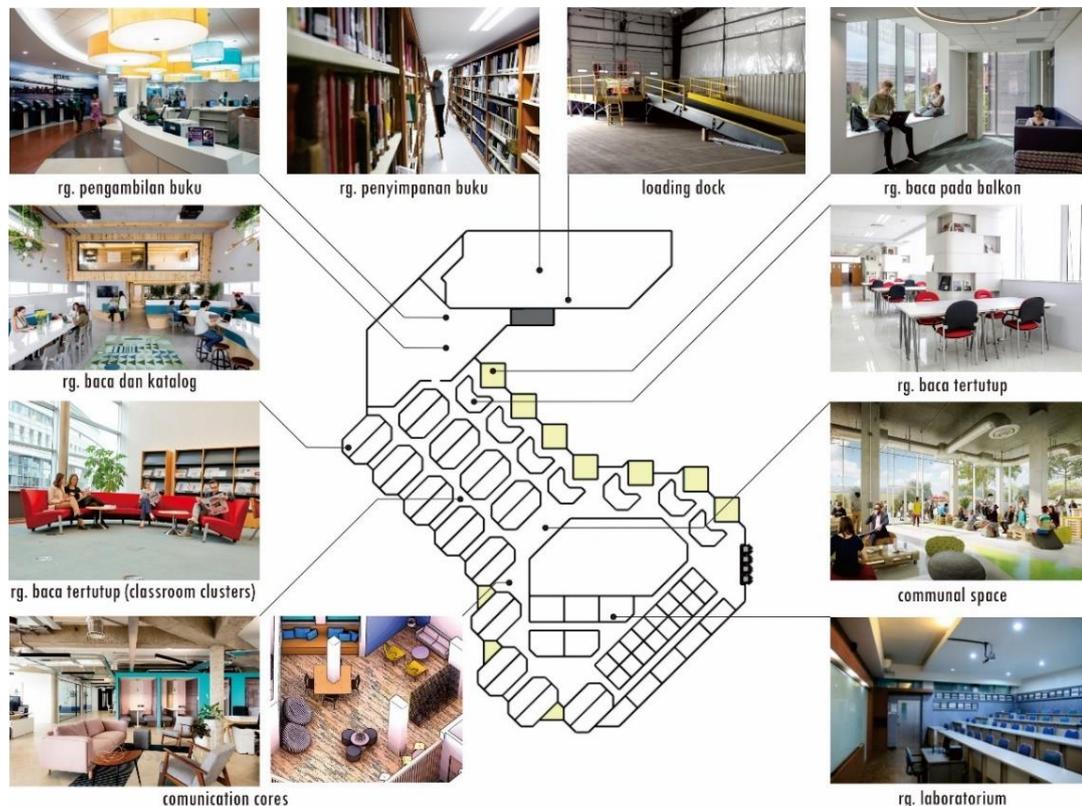


Gambar 5.25 Pengelolaan angin pada lantai 2 dan 5 dengan konsep ruang transisi

Pada perancangan perpustakaan Universitas Tadulako, pengunjung yang datang pada pintu utama (area Barat) akan disambut *lobby* yang terletak di atrium/void, ruang ini sebagai ruang multi fungsi untuk berbagai kegiatan, salah

satunya seperti pameran buku atau karya, atrium/*void* merupakan penerapan konsep ruang transisi dimana ruangan ini memiliki bukaan menerus secara vertikal, sehingga angin yang masuk dari lantai 1 akan tersalurkan ke lantai 2 sampai 5 dan dikeluarkan melalui ventilasi atap *void*. Penerapan ruang transisi ini untuk menurunkan suhu bangunan dengan memanfaatkan angin.

Penataan ruang perpustakaan Universitas Tadulako di desain berdasarkan pengaruh *force*. Pada penataan ruang baca, *view* dan aktivitas serta ruang interaksi menjadi pertimbangannya. Area ruang membaca akan mendapatkan view kearah Utara-Barat dimana arah tersebut merupakan arah yang direkomendasikan (*view* universitas & teluk). *View* juga menghindari arah selatan berdasarkan *constraint*. Berdasarkan *culture*, antara ruang baca dengan ruang penyimpanan buku dibuat terpisah untuk keamanan buku, sementara area ruang baca tertutup menerapkan layout memutar pada ruang dalam agar pembaca mendapatkan kesan nyaman karena mendapatkan cahaya dari ruang atrium dan *courtyard*, selain itu penghawaan juga diterima dari angin yang masuk dari ruang balkon dan *skycourt*.

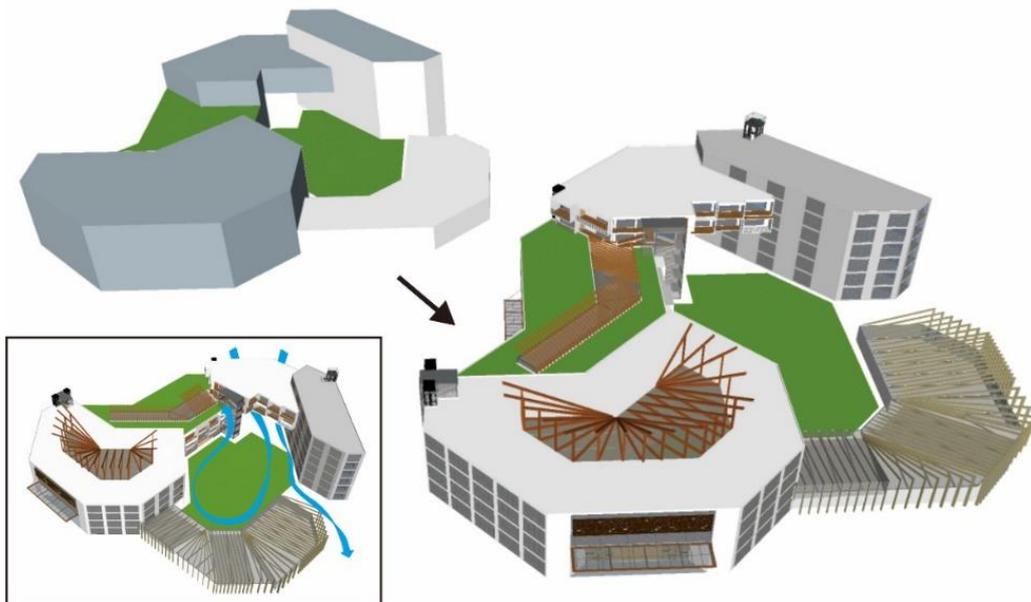


Gambar 5.26 Penataan ruang baca tertutup dan terbuka juga dipengaruhi oleh *force culture*

Pengunjung dapat menikmati banyaknya fasilitas pilihan ruang untuk memenuhi kebutuhan pengunjung, karena perpustakaan perlu memikirkan kenyamanan pengguna (fasilitas penunjang) agar merasa betah di dalam perpustakaan (Nusantari, 2012). Ketika pengguna telah merasa aman dan nyaman dengan suasana yang tercipta dari atmosfer perpustakaan, pengguna tersebut akan termotivasi untuk terus datang dan menggunakan fasilitas dari perpustakaan itu sendiri.

Ruang baca dibuat menjadi dua tipe, yaitu ruang baca tertutup berupa modul ruang kelas membaca (*classroom clusters*), ruang ini membutuhkan penghawaan buatan dan ruang baca terbuka (balkon). Pada beberapa bagian ruang baca akan dibuat semi terbuka untuk adanya permainan cahaya yang masuk kedalam bangunan, dapat menggunakan kaca *e-glass* dengan *shading* yang disesuaikan dengan arah cahaya matahari. Desain modul ruang baca akan menciptakan banyak koridor angin untuk mendinginkan ruang dalam, pertemuan koridor angin ini merupakan penerapan ruang transisi yang juga dapat hidup dengan fungsinya yang terkesan tidak sengaja, ruang tersebut berupa *communication cores*.

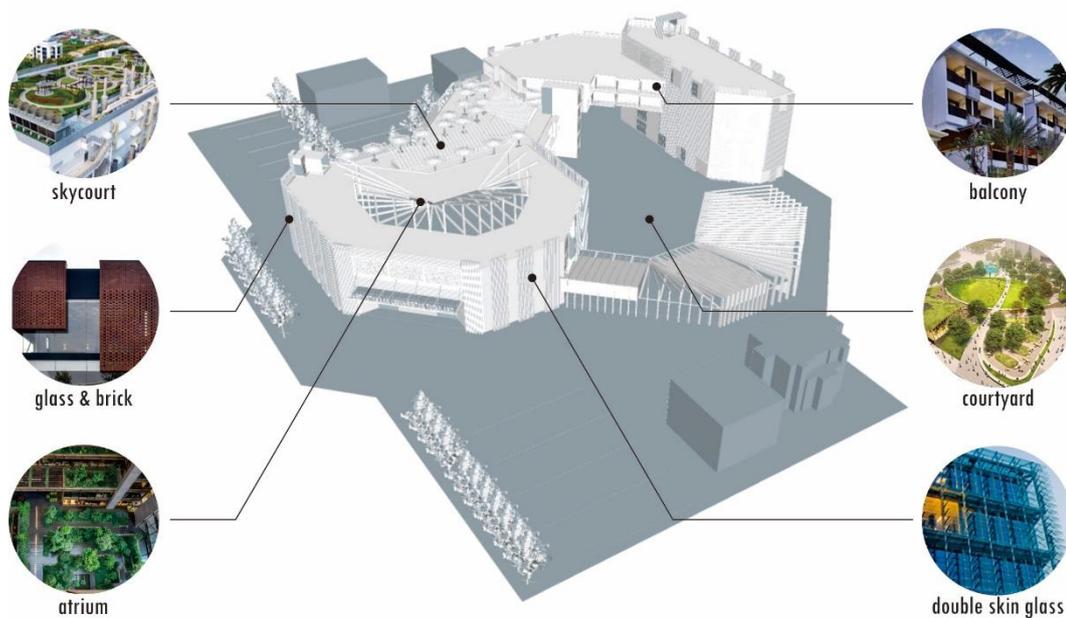
❖ Bentuk dan fasad bangunan



Gambar 5.27 Perbaikan pada sisi bangunan dengan penambahan fungsi balkon

Secara garis besar, bentuk bangunan tidak mengalami perbaikan yang signifikan. Namun pada atap bangunan perlu mempertimbangkan void atau ruang atrium untuk mengeluarkan angin panas dari dalam bangunan, Pada area fasad dirancang menyesuaikan dengan fungsi ruang dalam bangunan, misalnya dengan penambahan balkon area ruang baca tertutup, agar angin yang masuk dari luar dapat di saring melalui ruang-ruang balkon ini. Balkon pada sisi utara berfungsi sebagai penyaring angin konstan dari arah utara dan memberikan pembayangan panas matahari dan tidak menerima cahaya secara langsung agar suhu dalam bangunan tidak terlalu panas dan pembaca tetap mendapatkan pencahayaan alami.

Selain itu, bentuk balkon dirancang agar nyaman untuk pembaca dan di elabaorasikan dengan koridor untuk sirkulasi pengguna dan sebagai ruang kontrol udara dengan vegetasi agar di ruang balkon semakin sejuk. Penerapan balkon seperti ini di letakan pada arae fasad yang berhadapan dengan *courtyard*, untuk mengelola angin yang berputar pada area *courtyard* sekaligus sebagai pembayangan matahari, balkon diharapkan mempunyai pengaruh pengaruh besar terhadap penyerapan/mengalirkan panas permukaan bangunan dan menyalurkan angin dingin untuk ruang dalam. Balkon juga dapat dimanfaatkan sebagai view bagi pengguna pepustakaan.



Gambar 5.28 Penerapan fasad pada bentuk bangunan

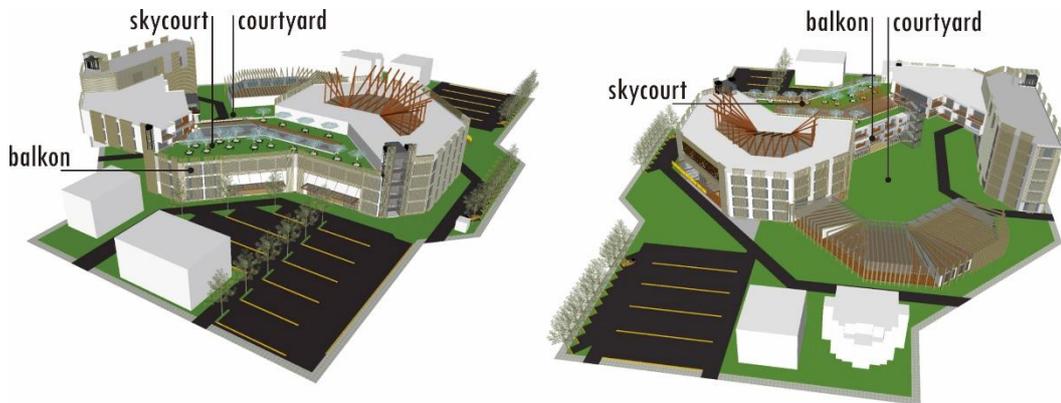
Penerapan *fasad double skin* sangat baik untuk memberikan identitas bangunan formal atau bangunan universitas, dan memiliki kesan elegan dengan material kaca *glossy*. Material kaca yang digunakan pada perancangan bangunan perpustakaan ini berupaya menggunakan material yang ramah lingkungan. Pada area sisi Barat merupakan area yang di rancang sebagai bentukan massa yang berfungsi sebagai barrier angin, sehingga bangunan cukup tinggi, material kaca pada area ini menggunakan material *e-glass* untuk mereduksi cahaya matahari dan diterapkan dengan sistem *double skin* untuk memasukan angin, dan fasad ini juga menggunakan elemen pembayangan matahari. Sistem ini sangat efektif pada penerapannya karena menjadi solusi dari *constraint* yang di analisa, yaitu angin, matahari dan *view*.

Efek dari pencahayaan matahari adalah panas yang diserap bangunan akan berdampak pada ketidaknyamanan pengguna. Panas yang lebih sedikit terserap pada selubung bangunan akan mempengaruhi suhu udara di dalam bangunan sehingga membutuhkan energi untuk mendinginkan ruang dalam. Bidang bangunan dengan bukaan untuk pergerakan udara mempengaruhi suhu ruang dalam bangunan. Penggunaan fasad yang berlubang akan semakin mempermudah angin masuk ke dalam bangunan.

Pada fasad bangunan, pada setiap mode fasad menggunakan material yang berbeda-beda dan memiliki keunggulan masing-masing, pada mode utilitas *double skin*, material kaca dilengkapi dengan kisi-kisi alumunium sebagai elemen pembayangan terhadap cahaya matahari. Material kaca dengan celah angin di antara kulit bangunan akan mengarahkan angin ke dalam bangunan melalui plafon, dan material kaca mempunyai karakter yang lebih transparan berfungsi sebagai *view* keluar bangunan.

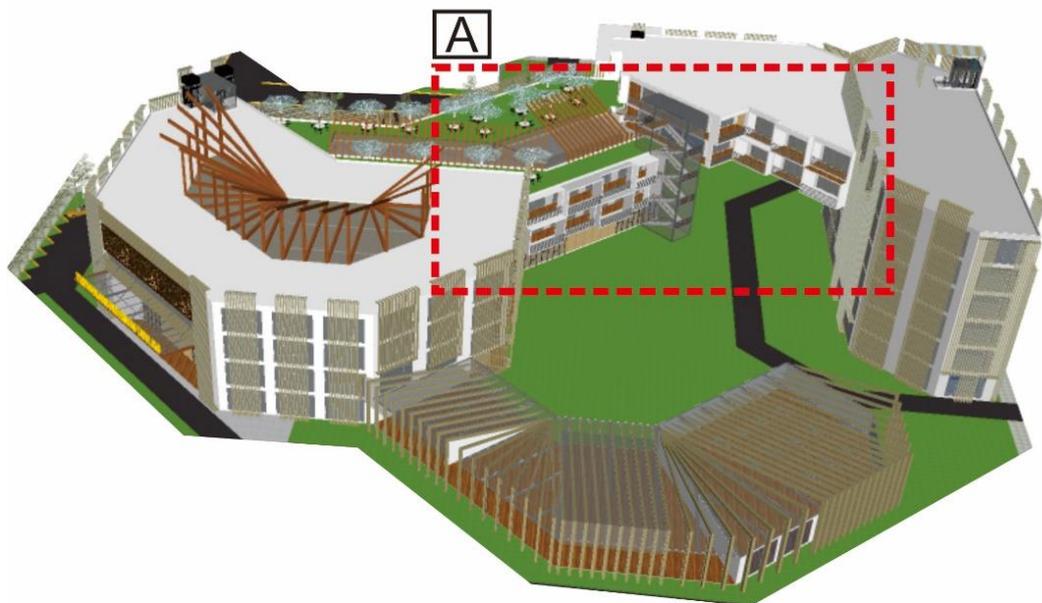
Pada fasad balkon menggunakan beton dan railing alumunium sebagai material yang memberikan pembayangan dan aliran angin sejuk dari courtyard. Perletakan balkon pada area *courtyard* dan *skycourt* agar interaksi pengunjung semakin mudah, selain itu dengan perletakan dekat dengan ruang terbuka maka potensi aliran angin yang diterima balkon semakin besar sehingga penghawaan alami dapat lebih konstan di terima pengguna. Pemanfaatan vegetasi untuk menyaring udara agar semakin sejuk.

❖ Komponen ruang transisi pada fasad balkon



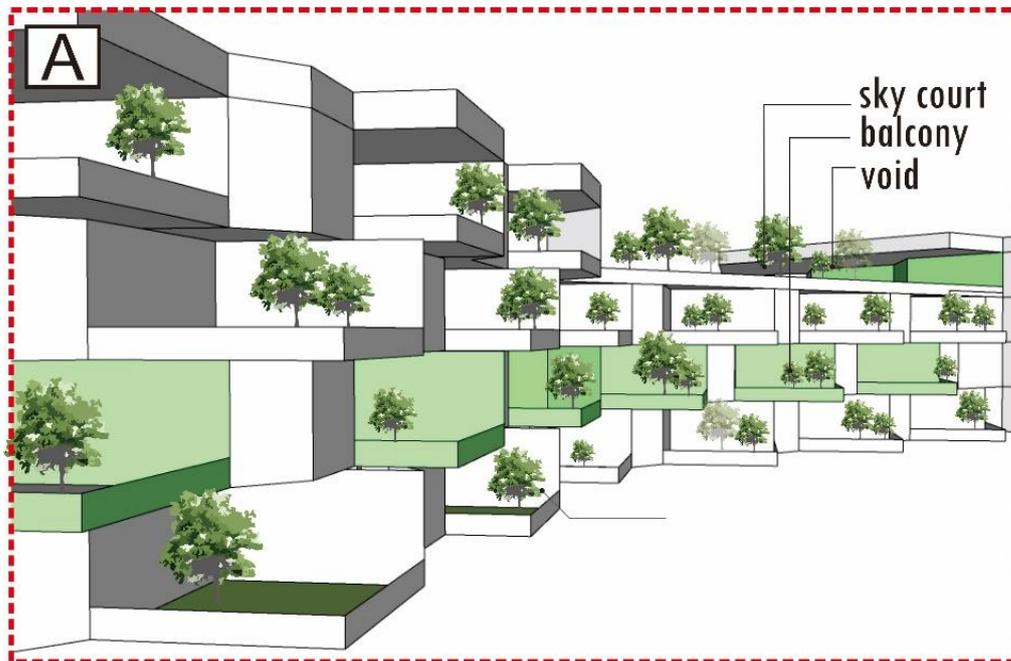
Gambar 5.29 Komposisi elemen balkon, *skycourt*, *courtyard* (ruang transisi) pada bentuk bangunan

Salah satu komponen ruang transisi merupakan elemen pada fasad bangunan dimana elemen fasad tersebut mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai bukaan utama penghawaan alami (ventilasi), pengarah aliran angin, penahan panas matahari, sebagai kontrol pencahayaan alami, dan sebagai bukaan *view* keluar bangunan, sehingga elemen fasad pada perancangan perpustakaan ini juga tidak menghalangi *view* keluar bangunan. Balkon pada eksplorasi 1 perlu menerapkan ventilasi & *overhang* untuk mengalirkan angin ke luar bangunan.



Gambar 5.30 Perletakan rencana bentuk elemen balkon (ruang transisi)

Kombinasi bentuk bangunan dengan fasad yang berdasarkan kebutuhan tersebut dikolaborasikan dengan pemilihan material, bentukan bukaan dan orientasi berupaya mendapatkan hasil yang maksimal. Ruang yang tercipta antara fasad bangunan dengan ruang dalam bangunan sebisa mungkin mengalirkan angin secara menerus dari angin datang hingga angin keluar sehingga tidak terjadi *stack effect*. Aliran angin tersebut yang akan mempunyai pengaruh terhadap menurunkan temperatur pada permukaan dan ruang dalam bangunan.

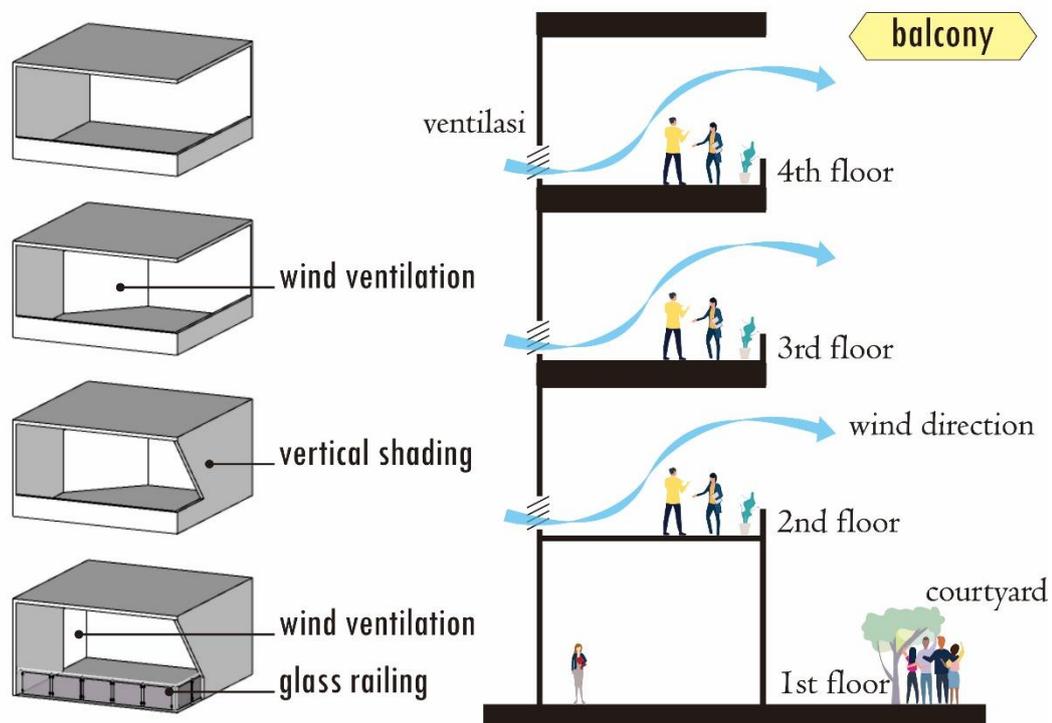


Gambar 5.31 Desain rencana bentuk elemen balkon (ruang transisi)

Bentuk fasad bagian dalam atau komponen ruang transisi berbentuk ruang-ruang balkon dan *fasad double skin* yang mengarahkan angin ke dalam bangunan. Bentuk tersebut dapat dikendalikan sudut kemiringannya, posisi bukaan dan dapat diatur seberapa besar ventilasi bukaan menyesuaikan aliran angin. Hal ini berdasarkan eksplorasi bentuk dan orientasi bangunan dan eksplorasi fasad 3 (tahap eksplorasi). Namun demikian, komposisi bentuk komponen ruang balkon dan *fasad double skin* terlalu masif dan kurang memperhatikan view keluar dan pembayangan cahaya matahari pada bangunan.

Perbaiki desain untuk mengakomodasi *view* ke dalam bangunan yaitu ke area *courtyard*, kontrol silau & panas matahari menggunakan *vertical shading* penghalang dari arah Timur, sementara dari arah Barat terhalangi oleh balkon di

sebelahnya, dan balkon sebagai ruang kontrol termal. Dengan adanya *wing-wall* atau *vertical shading*, kecepatan angin di dalam ruang menjadi lebih besar. Apabila panjang *wing-wall* diperpanjang lagi, kecepatan angin akan lebih meningkat. (Givoni. 1976). Balkon yang berbentuk *overhang* yang terletak di atas bukaan *inlet* bertujuan untuk mengarahkan aliran udara ke interior dan mengalir di sepanjang langit-langit lalu keluar dari zona dingin dalam ruang, penambahan *overhang* yang terpisah dari bangunan bertujuan untuk mengarahkan kembali aliran ke dalam ruangan, sehingga meningkatkan efek pendinginan.

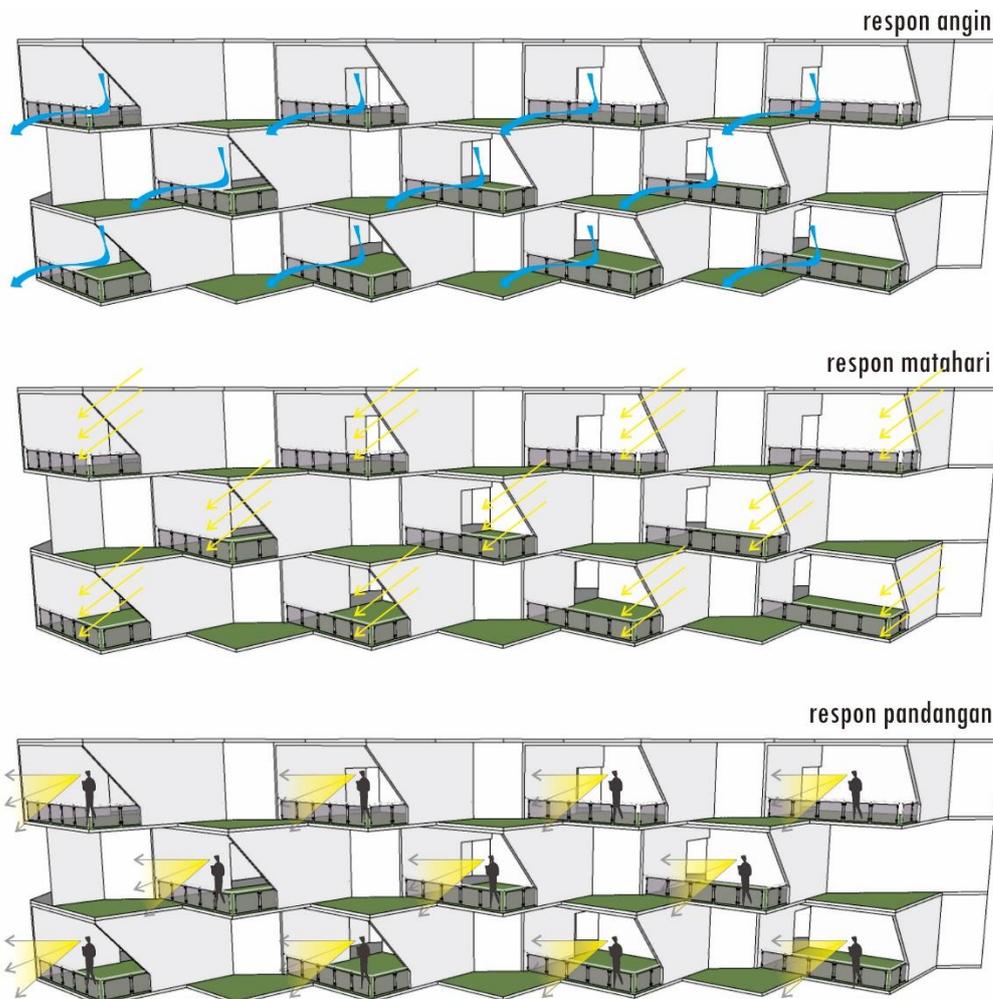


Gambar 5.32 Proses perbaikan bentuk elemen dan kombinasi eksplorasi fasad balkon

Bentuk balkon eksplorasi 1 perlu menerapkan bukaan sebagai ventilasi alami untuk mengalirkan angin ke luar bangunan menuju ke area *courtyard*, angin yang kencang datang dari arah selatan yang masuk melalui koridor angin dan di keluarkan melalui balkon ini, sehingga angin yang masuk ke dalam bangunan dapat mengalir terus menerus dan udara di dalam bangunan terus berganti.

Penataan balkon yang silih berganti akan membantu pembayangan terhadap pencahayaan matahari pada balkon itu sendiri, penataan seperti ini juga akan memperluas *view* keluar bangunan. Fungsi ruang balkon ini sebagai ruang baca

terbuka atau ruang untuk *brainstorming* mahasiswa dimana sifatnya yang terbuka memungkinkan untuk mahasiswa melakukan kegiatan yang sedikit berisik, tujuannya agar aktifitas pada ruangan ini tidak mengganggu kegiatan pada ruang baca tertutup yang sifatnya lebih tenang.

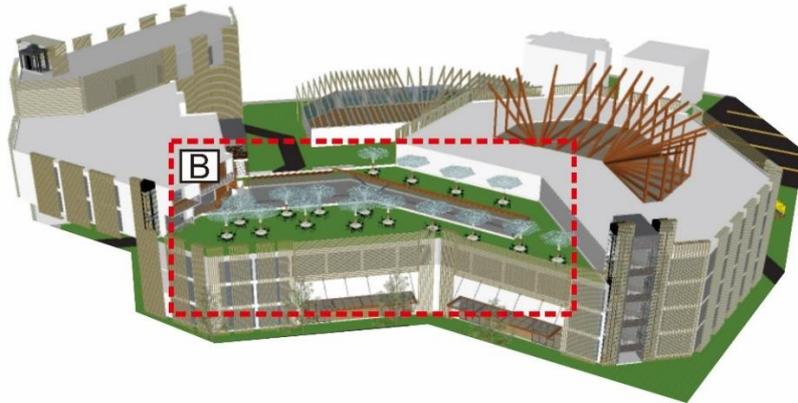


Gambar 5.33 Fasad balkon mengakomodasi angin keluar, pencahayaan alami dan *view* ke luar bangunan

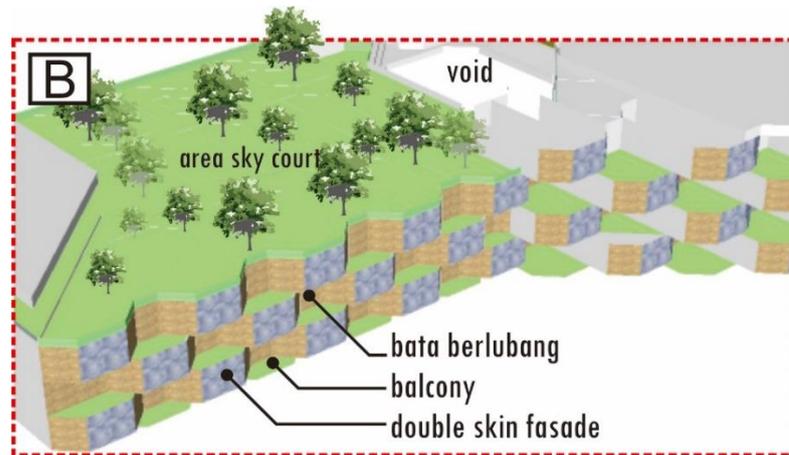
❖ Komponen ruang transisi pada *fasad double skin*

Perbaikan desain dilakukan agar bentuk *fasad double skin* mengakomodasi *view* keluar, kontrol silau & panas matahari, dan kontrol termal. Bentuk *fasad double skin* pada eksplorasi 2 perlu menerapkan bukaan sebagai ventilasi alami untuk mengalirkan angin ke dalam bangunan, sehingga angin yang masuk ke dalam bangunan merupakan angin yang telah tersaring dan sudah dalam kondisi yang

lebih bersih dan dingin. Penghalang matahari menggunakan *horizontal shading* yang bertumpuk agar efek pembayangan semakin banyak.



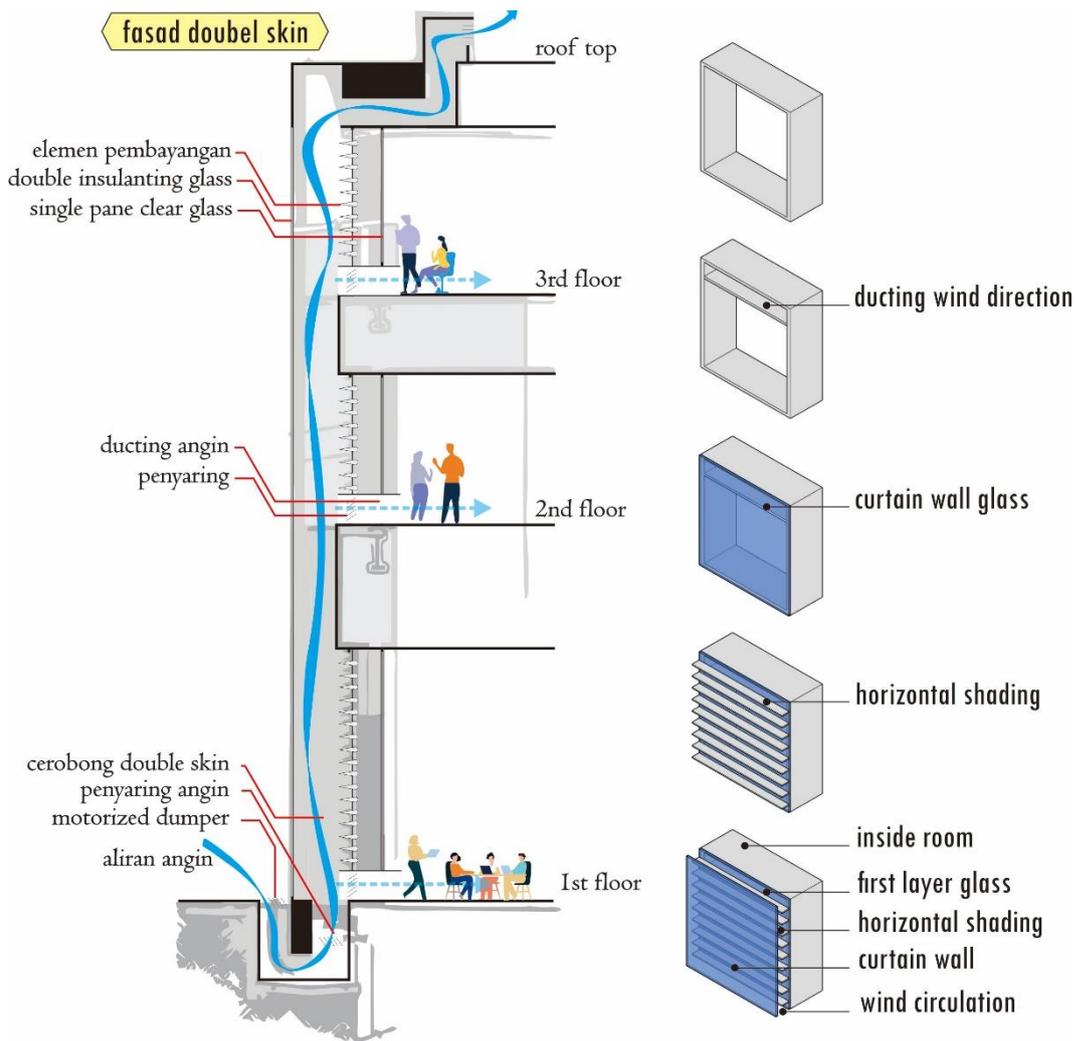
Gambar 5.34 Perletakan rencana bentuk *fasade double skin*



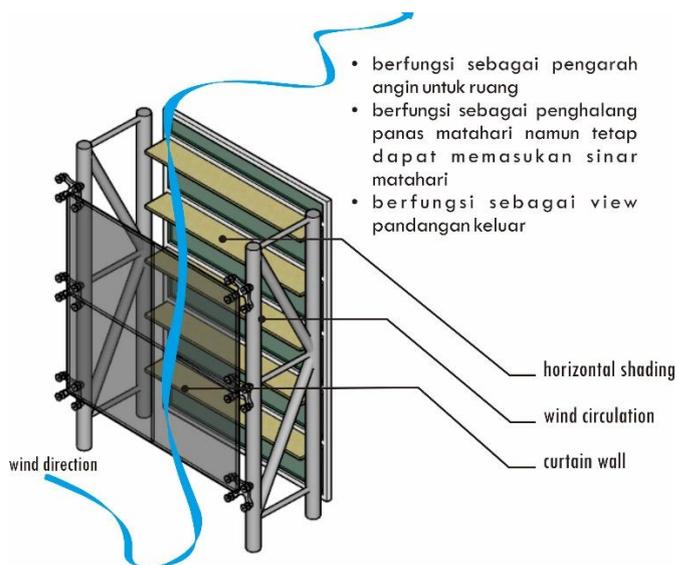
Gambar 5.35 Desain rencana bentuk *fasade double skin*

Fasad double skin bangunan dirancang sebagai pembayangan sehingga menerapkan pembayangan baik secara vertikal maupun horizontal sebagai kontrol silau & panas matahari. Strategi *double skin façade* memungkinkan untuk diaplikasikan pada bangunan di daerah tropis seperti kota Palu untuk penurunan konsumsi energi pada bangunan yang dihasilkan.

Tingkat penurunan konsumsi energi pada bangunan sangat ditentukan oleh berbagai faktor, dengan memanfaatkan angin yang dimasukkan melalui celah pada *double skin fasade* dan diteruskan melalui *ducting* untuk diteruskan pada ruang dalam dengan menggunakan kipas penyedot angin (*exhaust*), penerapan ini akan mendukung sistem *cross ventilation* sehingga kemungkinan penurunan suhu dalam bangunan semakin besar.

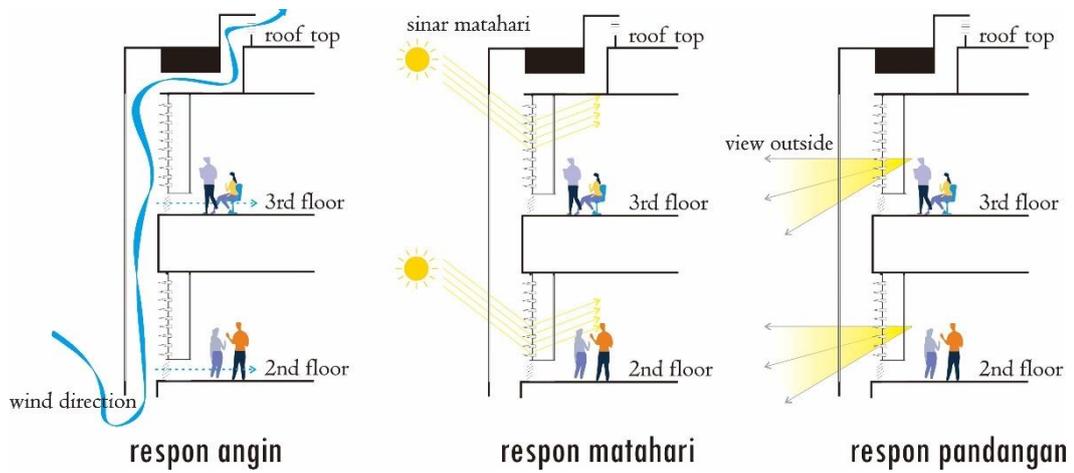


Gambar 5.36 Proses perbaikan bentuk elemen dan kombinasi eksplorasi *fasade double skin*

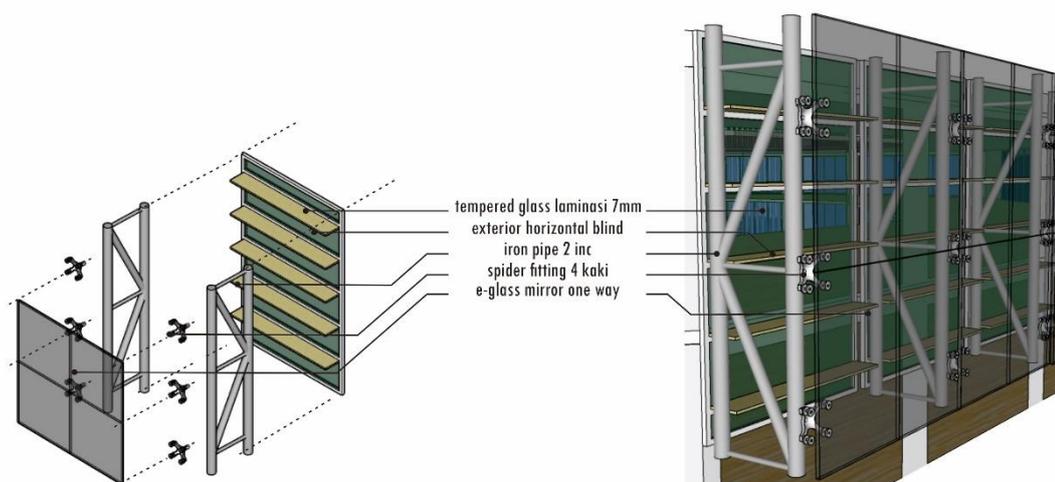


Gambar 5.37 Sistem kerja shading dan kipas pada *fasade double skin*

Strategi penggunaan *curtain wall* (dinding kaca) bertujuan untuk pengguna yang berada di dalam bangunan tetap dapat menikmati *view* keluar bangunan tanpa harus merasakan terpaan panas matahari secara langsung, hembusan angin secara langsung dan kebisingan yang terjadi di luar bangunan, sementara fungsi bangunan perpustakaan membutuhkan ketenangan ruang dalam, oleh karena itu *fasad double skin* memberikan alternatif untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, sekaligus dapat memasukan angin dari luar bangunan yang telah tersaring untuk dimasukan ke dalam bangunan, sehingga angin yang masuk adalah angin tenang, bersih dan tidak langsung.



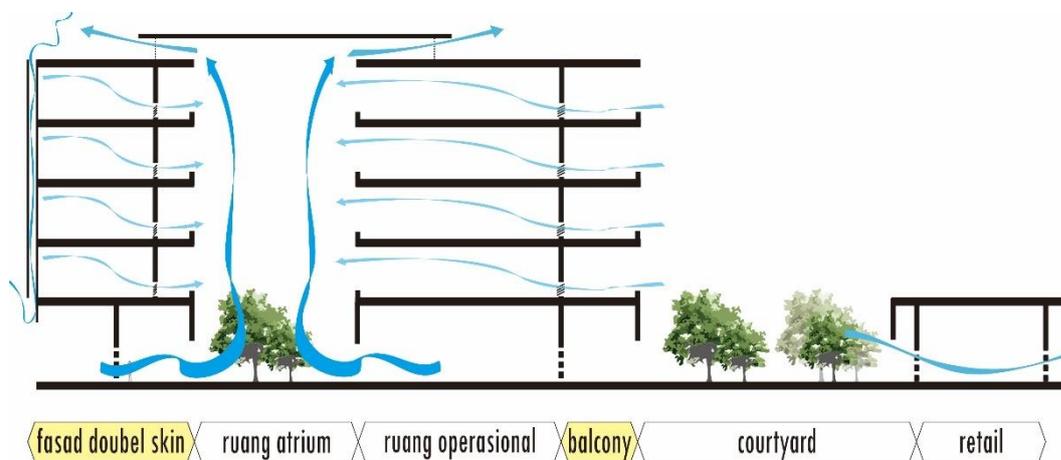
Gambar 5.38 *fasade double skin* mengakomodasi angin masuk, pencahayaan alami dan view ke luar bangunan



Gambar 5.39 Detail komponen *double skin* dan aplikasi pada fasad bangunan

Bidang permukaan bangunan perpustakaan universitas Tadulako cenderung berdebu akibat angin yang melewati cerobong atau *space* antara kaca *double skin* ini tidak sepenuhnya tersaring, sehingga diperlukan *ducting* untuk memasukan angin dari ruang dalam. Instalasi kaca pada lapisan pertama yang berhubungan langsung dengan ruang bagian dalam dilengkapi dengan sistem buka tutup seperti jendela pada umumnya, instalasi ini bertujuan agar memudahkan pembersihan berkala pada elemen *shading* yang berdebu, sehingga dinding kaca bagian dalam tetap terhindar dari debu.

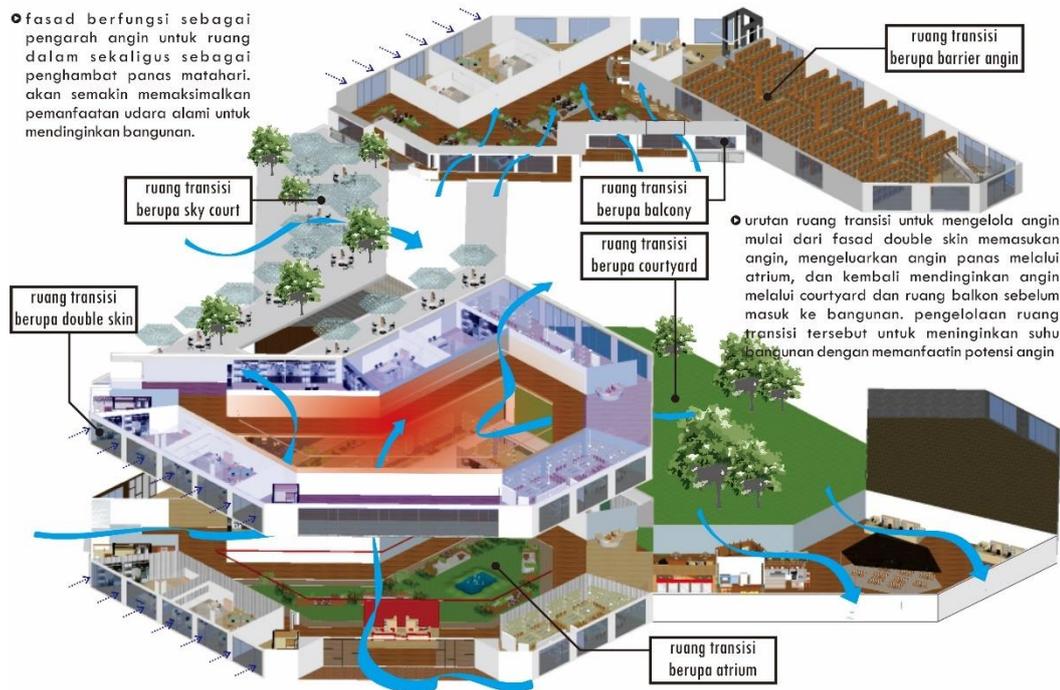
Sistem pembersihan sendiri atau *self-cleaning* pada dinding kaca menggunakan kaca *e-glass* yang tidak berpori, sehingga debu tidak dengan mudah menempel pada permukaan kaca dan debu akan langsung jatuh karena kaca yang digunakan tidak berpori. Penggunaan kaca *e-glass* ini menggunakan sistem *mirror one way*, dimana hanya mendapat efek transparansi dari dalam, jadi pengguna dari dalam dapat menikmati *view* keluar sementara pengunjung dari luar tidak dapat melihat kedalam, tujuannya adalah untuk privasi bangunan. Kaca ini akan meminimalisir terserapnya panas sinar matahari sehingga suhu lebih dingin dibandingkan menggunakan kaca biasa, ditambah lagi dengan adanya zona antara dua dinding ini sebagai ruang adaptasi (ruang transisi) yang juga berfungsi sebagai kontrol untuk menurunkan suhu dalam bangunan. Penerapan *element* dan *parts* pada fasad ruang transisi dirasa cukup efisien dan dapat mendukung penghematan energi pada bangunan perpustakaan Universitas Tadulako.



Gambar 5.40 Proses dan skema pengelolaan angin pada elemen ruang transisi berupa *fasad double skin* dan ruang balkon serta aplikasi ruang interaksi berupa atrium dan *courtyard*.

❖ Sirkulasi udara pada konsep ruang transisi

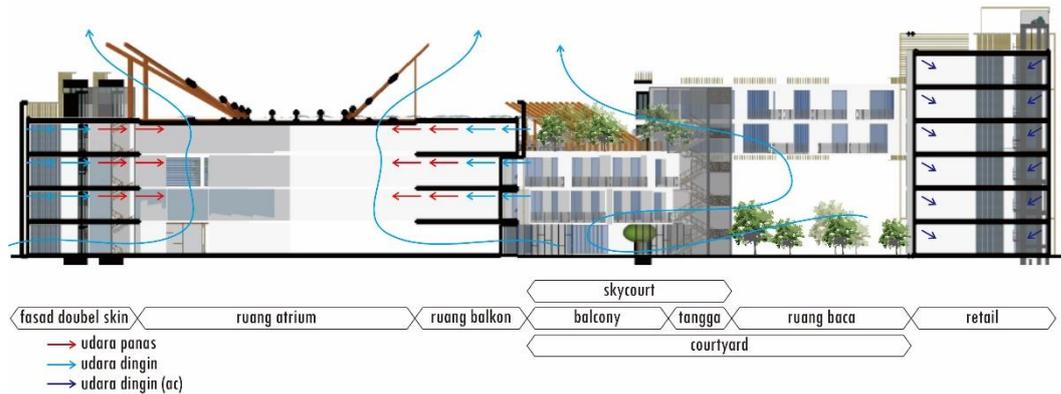
Prinsip ruang transisi yang diterapkan pada fasad, bentuk dan penataan ruang dalam bangunan berpengaruh terhadap penghawaan udara dalam perpustakaan hemat energi. Dengan memaksimalkan sirkulasi udara (*cross ventilation & stack effect*), maka penerapan ruang transisi sebagai pendingin ruangan akan lebih optimal. Udara hangat pada permukaan bangunan dialirkan ke dalam ruangan melalui sistem kontrol udara agar menjadi lebih dingin dengan ruang transisi seperti balkon dan *double skin fasade* sehingga udara ruangan menjadi lebih dingin. Udara dingin tersebut akan membantu untuk mengurangi penggunaan energi penghawaan buatan. Udara panas akan dialirkan ke area atrium dan dikeluarkan pada atap bangunan secara alami dengan sistem *stack effect*. Ruang transisi yang terbuka seperti *cortyard* dan *skycourt* akan mempengaruhi suhu bangunan karena area ini di lengkapi dengan vegetasi yang dapat mendinginkan udara panas sebelum udara tersebut masuk ke bangunan.



Gambar 5.41 Skema persepektif aliran angin pada bangunan perpustakaan

Penerapan ruang transisi mempunyai pengaruh besar terhadap suhu ruangan bangunan. Perubahan suhu ruangan akibat adanya sirkulasi udara dapat menurunkan suhu panas bangunan sehingga bangunan akan terasa lebih dingin.

Penurunan suhu ruangan akan meminimalisir penggunaan pendinginan buatan dan mengefisiensikan pemakaian energi. Penerapan ruang transisi perlu memperhatikan bentuk bangunan dan penerapan sistem bukaan pada fasad hingga penataan ruang dalam agar tercipta sirkulasi udara silang dengan memanfaatkan pola-pola aliran udara.

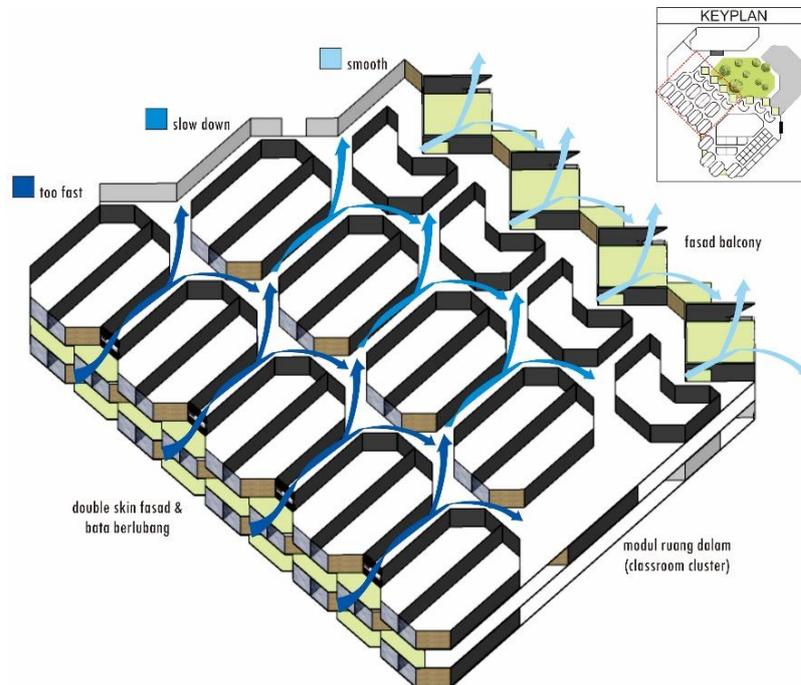


Gambar 5.42 Skema interior aliran angin menggunakan *double skin*, balkon, *skycourt* dan *courtyard* untuk mengalirkan udara panas dengan sistem *cross ventilation*

Menurut Lechner (2002), untuk daerah iklim tropis lembab pengaturan penataan massa bangunan yang di susun sejajar menjadi kurang efektif untuk mengelola aliran angin, solusinya dengan pengaturan penempatan lokasi bangunan tidak berbaris dan kemiringan fasad 45° terhadap arah datang angin, proses penyejukan melalui angin akan maksimal karena total area kulit bangunan yang terkena angin lebih banyak.

Fasad yang di terapkan pada bangunan perpustakaan menyediakan isolasi terhadap panas, dingin dan kebisingan. Fasad berupa balkon dengan teras - teras yang lebar dan taman yang berfungsi sebagai pembayang sinar matahari, untuk mengurangi angin panas masuk dan balkon sebagai daerah fleksibel akan mudah untuk menambah fasilitas - fasilitas yang akan tercipta dimasa yang akan datang. Penempatan teras dengan penggunaan panel kaca pada bagian luar bangunan dapat mengurangi panas matahari. Ruang transisi sebaiknya pada bagian *double skin* dilindungi oleh sirip - sirip yang mendorong angin masuk kedalam bangunan, desain ini juga berfungsi sebagai *wind-scoops* untuk mengendalikan penghawaan alami. *Secondary skin* seperti menutupi bangunan, tetapi dapat dibuka pada waktu

yang dibutuhkan. Pada daerah tropis *Secondary skin* bisa menjadi *cross ventilation* sebelum masuk pada ruang dalam untuk kenyamanan udara dalam bangunan.



Gambar 5.43 Skema interior aliran angin pada modul ruang transisi

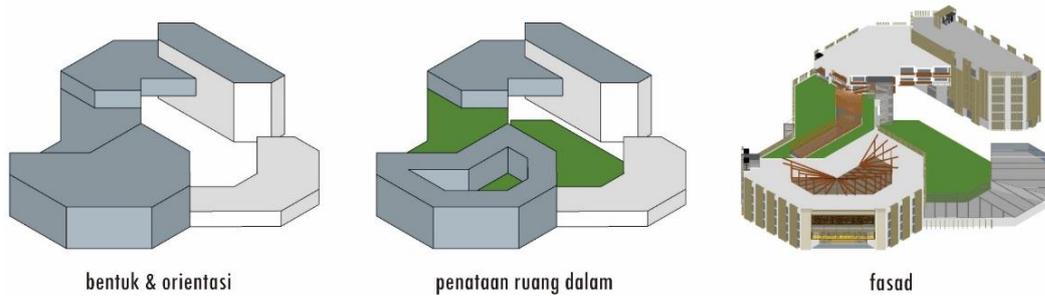
Tanpa penerapan konsep ruang transisi kemungkinan yang terjadi adalah bangunan akan bergantung pada penggunaan pendinginan buatan. Selain itu, penerapan konsep ruang transisi bergantung pada rancangan fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam bangunan dan faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan.

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

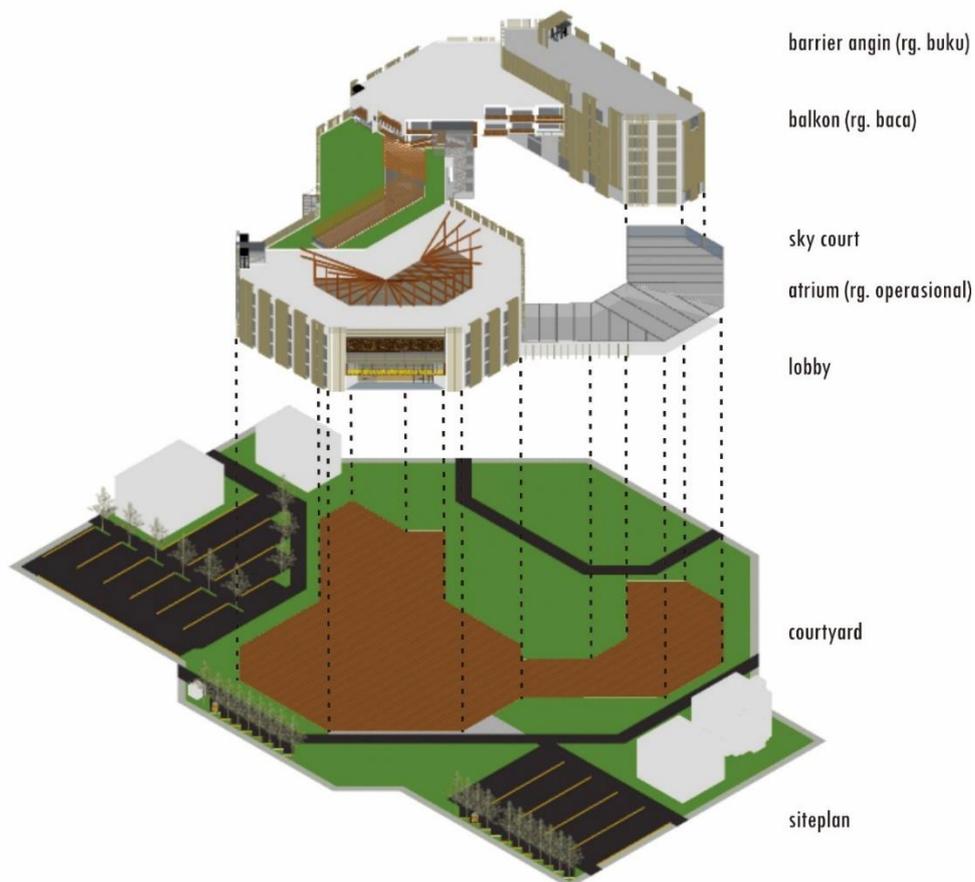
5.2.3 Assamble

Tahap *assemble* adalah tahapan dalam penyatuan elemen arsitektur. Bentuk bangunan yang diusulkan terbentuk akibat adanya *force* yang mempengaruhi rancangan. Bentuk bangunan berupa bangunan dengan banyak kemiringan 45° terhadap arah angin dengan tujuan sebagai *wind-driven* atau mengarahkan angin

pada area kontrol angin (*balkon*, *courtyard* dan *skycourt*), sekaligus untuk memaksimalkan total area kulit bangunan yang terkena angin. Secara keseluruhan bentuk bangunan dan komposisinya terhadap penataan ruang transisi pada fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam bangunan, komponen ruang transisi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.44 Penyatuan elemen dan part arsitektur (bentuk & orientasi, penataan ruang dalam dan fasad bangunan dengan komposisi ruang transisi



Gambar 5.45 Penyatuan *element* dan *parts* bangunan yang meliputi perbaikan dari siteplan, *courtayard*, *skycourt*, *balkon* dan *barrier* angin

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 perencanaan tapak, *element* dan *parts* (bagian) lainnya seperti penataan ruang dalam bangunan maupun *skycourt* dan *courtyard* 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 perpustakaan Universitas Tadulako beserta gambar-gambar perancangan.

5.3 Proposal Perancangan

Tahap proposal adalah tahapan akhir dalam proses perancangan perpustakaan Universitas Tadulako. Perancangan telah mencapai tahap final sekaligus dievaluasi kesesuaian perancangan terhadap kriteria dan penerapan konsep ruang transisi. Secara umum tahap proposal menjelaskan hasil akhir rancangan dengan penjelasan-penjelasan berdasarkan kajian dan analisa tahapan sebelumnya.

Potensi angin kota Palu, *view*, pencahayaan alami, ruang interaksi dan keamanan sistem operasional perpustakaan merupakan kriteria khusus (*force*) dalam perancangan perpustakaan hemat energi ini.

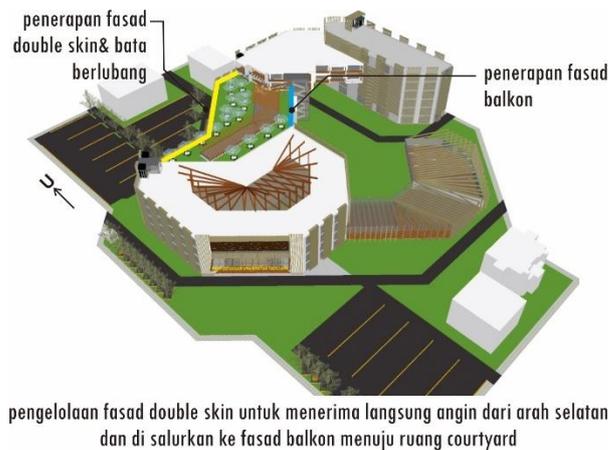
Berdasarkan kriteria angin yang merupakan *asset*, angin merupakan faktor yang mempunyai peran dalam menurunkan suhu dalam bangunan. Arah datangnya angin menjadi pertimbangan dalam menentukan bentuk rancangan. Arah angin terbanyak yakni dari sisi Utara dan Selatan.

Bentuk bangunan merespon arah angin dengan merancang bentuk dengan bentukan massa sebagai *barrier* angin pada sisi Timur-Barat untuk menahan angin yang terlalu kencang. Sedangkan untuk merespon angin dari arah Selatan-Utara, bangunan dirancang dengan sudut kemiringan 45° dengan asumsi untuk mengalirkan angin pada permukaan bangunan dan dengan menggunakan penataan ruang dalam berupa *skycourt*, *courtyard* dan *atrium* sebagai sirkulasi udara silang pada bangunan.



Gambar 5.46 Pengendalian aliran angin dengan *barrier* angin dan *skycourt*

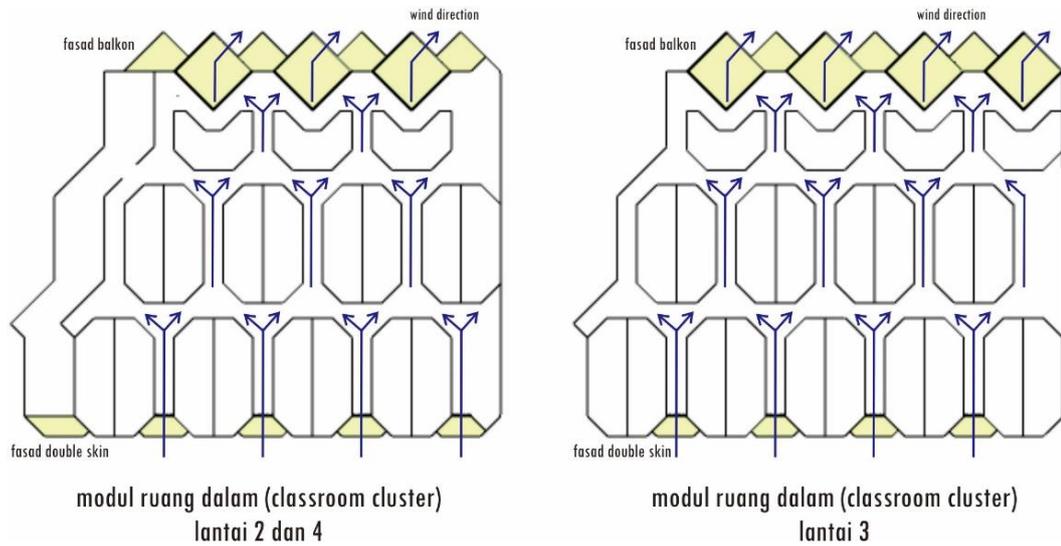
Orientasi yang merespon arah angin, matahari dan view serta bentuk dirancang miring 45° untuk mengarahkan angin sekaligus memperbesar permukaan bangunan yang terkena aliran angin. Penataan ruang dalam khususnya pada ruang baca di desai berupa modul-modul untuk memperbanyak koridor angin, dan ditata selang-seling untuk memecah angin, ruang simpangan antara modul ruang dapat digunakan sebagai ruang komunal bagi pengunjung perpustakaan. Beberapa bentuk bangunan dirancang dengan penyesuaian kajian yang telah ada sebelumnya untuk memberikan penghawaan alami pada bangunan.



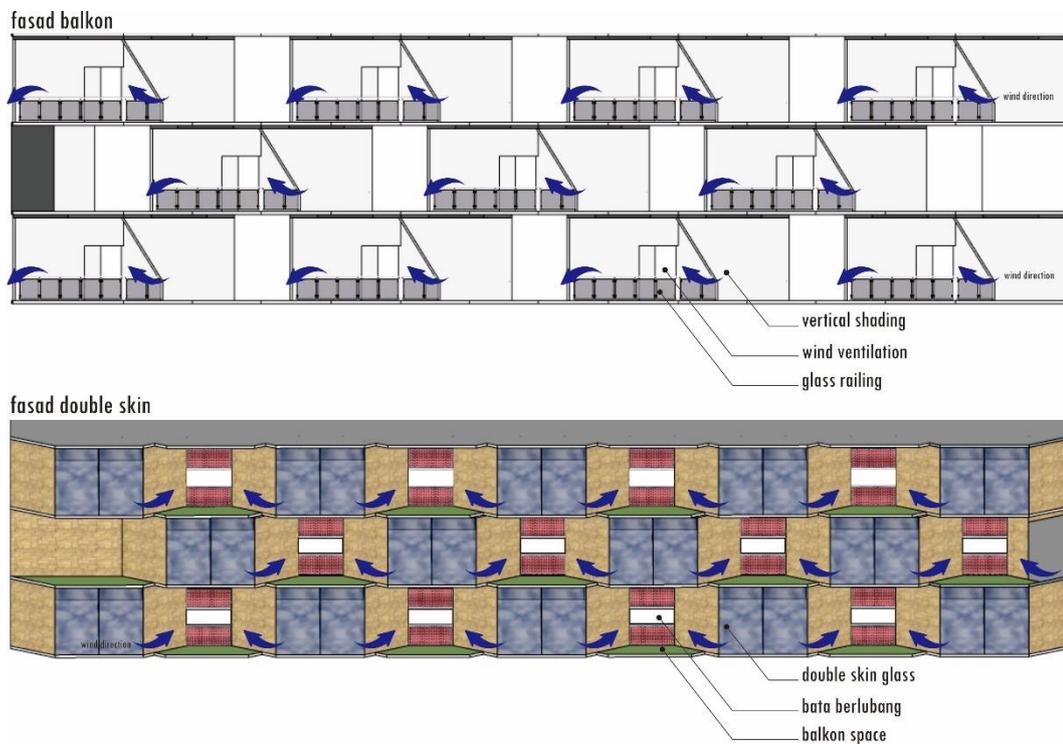
Gambar 5.47 Pengendalian aliran angin dengan fasad *double skin* dan balkon

Berdasarkan kriteria aliran angin yang merupakan *constraint*, perpustakaan hemat energi ini berupaya untuk mengelola aliran angin kedalam bangunan sehingga aspek pengendalian termal bangunan diterapkan pada rancangan bangunan. Penerapan fasad bangunan yang menggunakan *double skin* dan bata

berlubang untuk memasukan angin dari arah Selatan (untuk pemecah angin yang lebih kencang) ke dalam bangunan dan balkon untuk mengontrol atau menyaring angin sekaligus sebagai bukaan agar pencahayaan alami dapat digunakan.



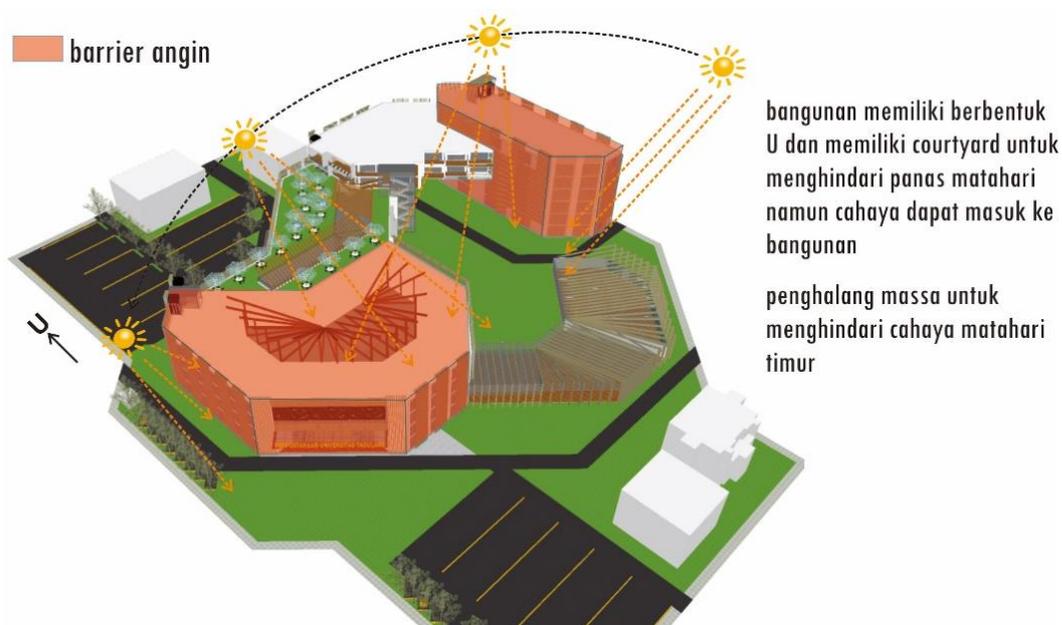
Gambar 5.48 Pengendalian aliran angin pada *classroom cluster* untuk memecah angin dan mengurangi kecepatan angin



Gambar 5.49 Pengendalian aliran angin pada fasad balkon dan *fasade double skin* untuk memasukan dan mengeluarkan aliran angin

Bentuk komponen ruang transisi juga berupaya agar mengakomodasi laju aliran angin dapat mengalir area ruang dalam bangunan melalui fasad-fasad yang mengakomodasi aliran angin dan di salurkan pada ruang dalam melalui koridor-koridor angin, bentukan modul ruang dalam berupaya di tata selang seling untuk memecah angin agar tersebar pada keseluruhan ruang dalam yang memanfaatkan penghawaan alami. Penataan ruang dalam berupaya agar dapat memasukan aliran angin dan pencahayaan alami namun meminimalisir masuknya panas matahari, dan juga berupaya menggunakan bentukan dan material agar pengguna dapat menikmati *view* keluar.

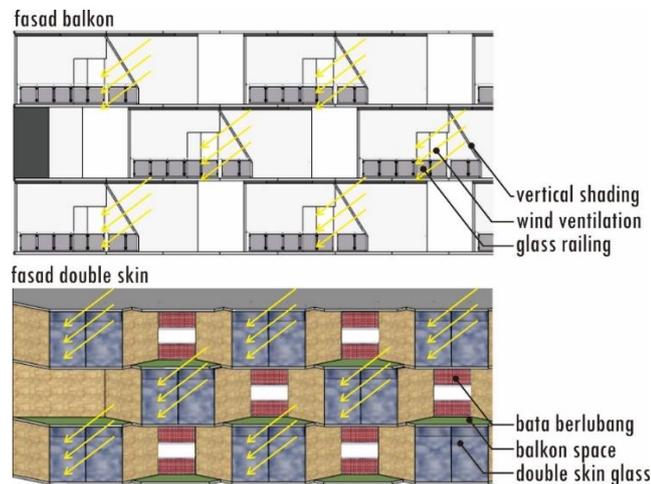
Berdasarkan kriteria pencahayaan yang merupakan *constraint*, diperlukan kontrol pencahayaan pada sisi Timur-Barat bangunan dikarenakan sisi Timur-Barat akan mendapatkan pencahayaan alami berlebih. Elemen pembayangan yang juga merupakan komponen ruang transisi dirancang agar dapat mengakomodasi kontrol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



Gambar 5.50 Bentuk dan orientasi bangunan merespon arah datangnya angin

Bentukan massa berupa *barrier* angin juga berfungsi sebagai penghalang paparan sinar matahari dari arah Timur-Barat, namun pada ketinggian tertentu

radiasi tetap dapat masuk ke area ruang dalam, oleh karena itu *vertical* dan *horizontal shading* dibutuhkan untuk diterapkan pada area balkon, sementara pada *fasad double skin* menggunakan material *e-glass* untuk meredam radiasi panas dari paparan cahaya matahari.



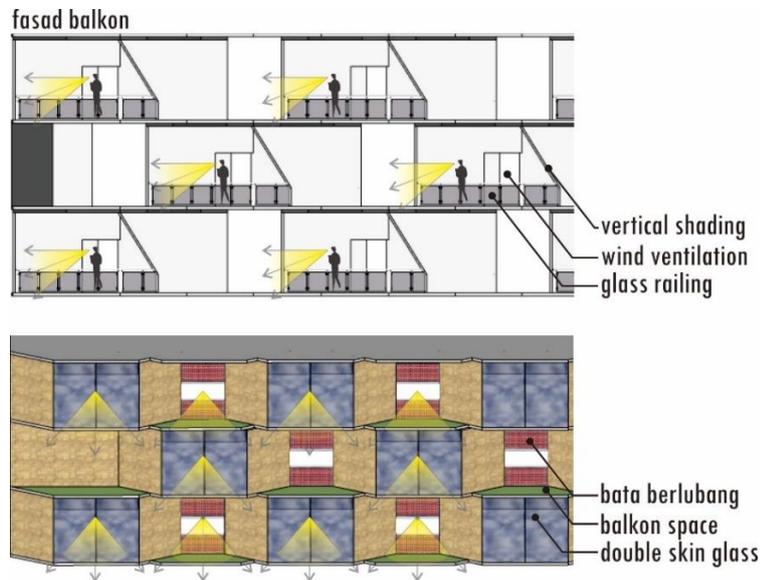
Gambar 5.51 Fasad *double skin* dan balkon bangunan merespon arah datangnya angin



Gambar 5.52 View keluar bangunan menjadi pertimbangan dalam perancangan perpustakaan

Berdasarkan kriteria *view* (*view* keluar bangunan) yang merupakan *constraint* dan *asset*, *view* keluar yang baik adalah kearah Selatan dan Barat (arah teluk). Arah Timur merupakan area universitas dan pemukiman dosen dan arah Utara merupakan area perkotaan. Arah Selatan dan Barat merupakan *asset* yang baik untuk diterapkan. Arah Timur merupakan *constraint* dimana terdapat perbukitan yang tidak terlihat baik, karena gersang dan perlu dihindari. Bentuk *barrier* angin juga akan menutupi *view* ke arah Timur, namun perletakan *barrier*

angin ini akan memberikan pembayangan pada area *courtyard* dimana area tersebut menjadi potensi untuk view kedalam bangunan.



Gambar 5.53 Fasad *double skin* dan balkon bangunan merespon *view* keluar bangunan

Berdasarkan kriteria eksisting pepohonan, pengambilan keputusan juga berkaitan dengan aliran angin yang di akibatkan oleh vegetasi yang telah ada pada lokasi tapak dan bangunan di sekitar tapak. Angin laut yang kencang akan menabrak langsung bangunan sekitar site dan vegetasi, melihat kondisi tersebut, angin yang kencang berada di sekitar ketinggian 12 meter dari tanah, karena di ketinggian ini angin tidak terhalangi bangunan lain dan vegetasi sehingga untuk ruang yang memerlukan penghawaan alami sebaiknya diletakan di ketinggian 12 meter. Sementara penggunaan penghawaan buatan hanya di peruntukan untuk ruang penyimpanan buku, hal ini dilakukan dengan pertimbangan angin alami yang dapat merusak material buku.

Pada lantai 1, bangunan di fokuskan untuk kegiatan terkait dengan operasional, ruang terbuka dan servis bangunan yang tidak perlu mengelola angin, karena area lantai 1 (di bawah 12 meter) tidak menerima angin yang kencang, hal ini juga untuk memudahkan dalam *maintenace* bangunan. Pengelolaan angin akan di terapkan pada lantai sampai lantai 2 sampai 5, fungsi utama lantai ini difokuskan untuk fungsi perpustakaan.

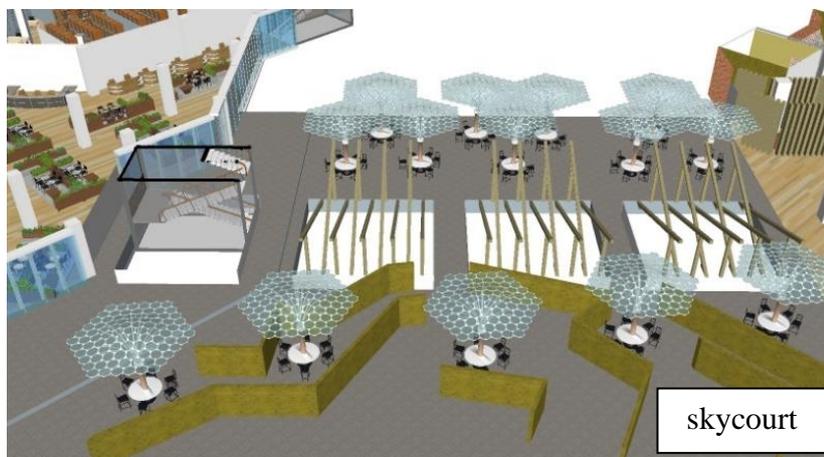


Gambar 5.54 Pengaruh fungsi setiap lantai akibat aliran angin yang dipengaruhi vegetasi dan bangunan sekitar

Sekitar perpustakaan terdapat vegetasi yang menyebar di sekeliling massa bangunan dimana berupa tanaman perdu dan tidak menghalangi datangnya aliran angin dan pandangan view ke luar bangunan, vegetasi tinggi dengan tajuk lebar berada di sekitar jalan perpustakaan yang dapat digunakan sebagai peneduh kendaraan dan pohon tambahan diletakkan pada area pintu masuk dan keluar agar tidak menghalangi pandangan pengemudi.

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 perpustakaan jenis universitas ruang interaksi dapat diimplementasikan menjadi sebuah *skycourt*, *courtyard*, atrium atau ruang-ruang komunal yang terjadi secara tidak langsung seperti koridor. *Skycourt*, *courtyard* dan atrium yang merupakan ruang terbuka ataupun ruang transisi berfungsi sebagai aliran angin pada ruang-ruang dalam bangunan (Yeang, 1994).

Penerapan *skycourt* pada perpustakaan diterapkan pada lantai 5, *courtyard* berada di tengah atau di kelilingi massa bangunan, atrium berada di area pintu masuk atau *lobby*. Ruang transisi pada bangunan harus selaras untuk menambah potensi baik fungsional dan estetika pada lingkungan tapak. Hubungan antara ruang dalam dan ruang luar dapat dilihat dengan adanya penerapan *skycourt*, *courtyard* dan atrium serta modul penataan ruang dalam, ruang transisi bekerja sebagai generator desain sebagai ruang adaptasi.



Gambar 5.55 *Courtyard* dan *skycourt* sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di luar bangunan



Gambar 5.56 *Communication core* sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di dalam bangunan



Gambar 5.57 Atrium sebagai ruang interaksi dan juga sebagai aliran udara di dalam bangunan

Kriteria umum dan kriteria khusus perancangan yang telah dijabarkan menjadi landasan dalam merancang perpustakaan 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 5.12 Evaluasi Hasil Rancangan terhadap Kriteria Rancang

Kriteria rancang		Penerapan rancangan		
Kriteria umum	Kriteria khusus	Respon perancangan		
		Sudah diterapkan secara optimum	Sudah diterapkan	Belum diterapkan
Perpustakaan universitas Tadulako <i>“perpustakaan dikembangkan berdasarkan standar perpustakaan perguruan tinggi dengan sistem operasional perpustakaan tertutup”</i>	Standar perpustakaan perguruan tinggi	✓	-	-
	Sistem operasional tertutup	✓	-	

Pendekatan bangunan hemat energi <i>“Pengelolaan angin dengan menggunakan penghawaan alami dan angin yang masuk adalah angin dengan suhu nyaman. Pergerakan angin dikelola dengan elemen pasif”</i>	penerapan balkon, skycourt atau courtyard pada sisi utara-selatan	✓	-	-
	penerapan elemen secondary skin, vegetasi, shading dan elemen penghalang aliran angin	-	✓	-
	sinar matahari dan angin sisi barat-timur, dihalangi dengan barrier angin	✓	-	-
Konsep ruang transisi <i>“Fasad bangunan merespon angin untuk penghawaan alami dan menjadi ruang yang dapat dimanfaatkan perpustakaan Orientasi dan bentuk selain mempertimbangkan angin. Penataan ruang dalam memperhatikan aliran angin dan mempertimbangkan fungsi sebagai perpustakaan”</i>	View dan pergerakan aliran angin terbaik pada ketinggian 12 meter	✓	-	-
	Eksisting pepohonan sebagai kontrol aliran angin dan pencahayaan matahari	-	✓	-
	Ruang interaksi diterapkan pada skycourt, coryard atau atrium sebagai ruang interaksi dan sebagai passive cooling	✓	-	-

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 perpustakaan Universitas Tadulako ini dapat menekan energi pendinginan buatan pada bangunan. Hasil rancangan berupaya semaksimal mungkin untuk mengalirkan potensi angin yang ada di sekitar site untuk dimasukkan kedalam bangunan. Penerapan ruang transisi pada fasad bangunan dengan teknik *fasad double skin* yang di elaborasikan dengan dinding bata berlubang, penataan modul ruang dengan menghasilkan banyak koridor angin serta fasad balkon untuk mengeluarkan angin berperan besar dalam pendinginan suhu ruangan perpustakaan untuk penghematan konsumsi energi.

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 prarancangan merupakan penyusunan pola dan gubahan bentuk arsitektur yang diwujudkan dalam gambar-gambar (IAI-Jakarta.org). Berikut pemaparan hasil akhir pra-rancangan perpustakaan hemat energi dengan konsep ruang transisi di Universitas Tadulako.

❖ Perspektif fasad perpustakaan universitas hemat energi



Gambar 5.58 Perpustakaan menerapkan *double skin fasad* dan kolaborasi bata berlubang



Gambar 5.59 Perpustakaan menerapkan balkon yang mengarah ke area ruang dalam berupa *courtyard*

- ❖ Perspektif perpustakaan universitas hemat energi



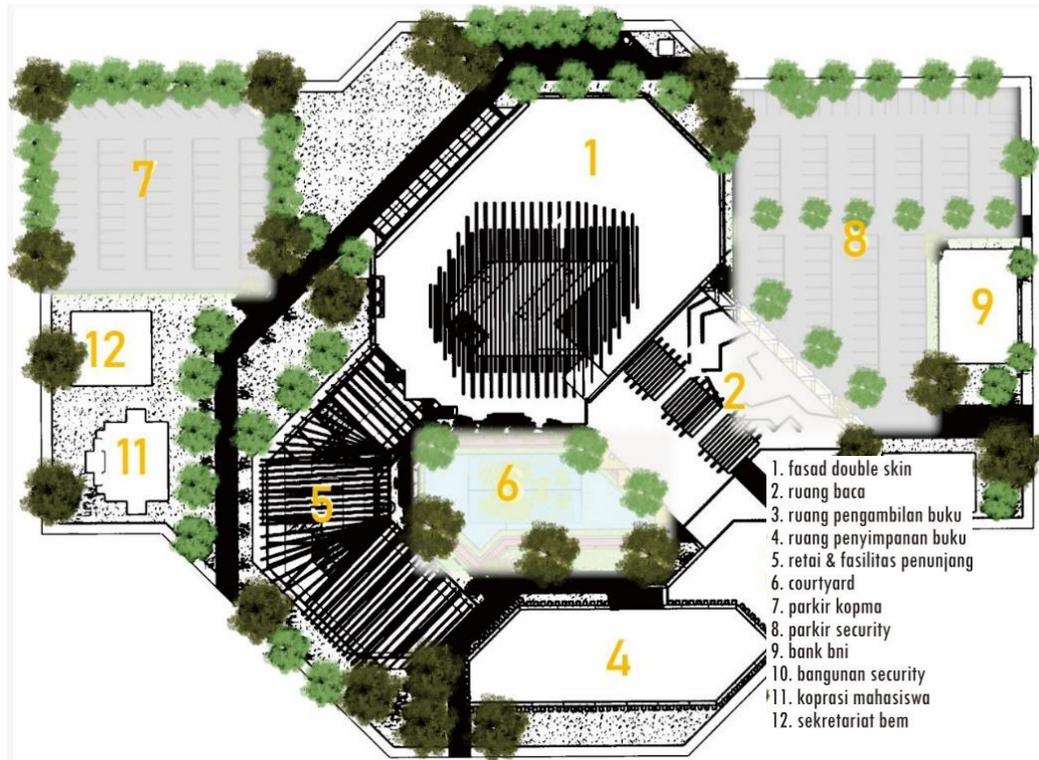
Gambar 5.60 Perspektif perpustakaan hemat energi berkaitan dengan konsep bentuk terhadap *force*

5.4 Hasil Perancangan Perpustakaan Hemat Energi

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

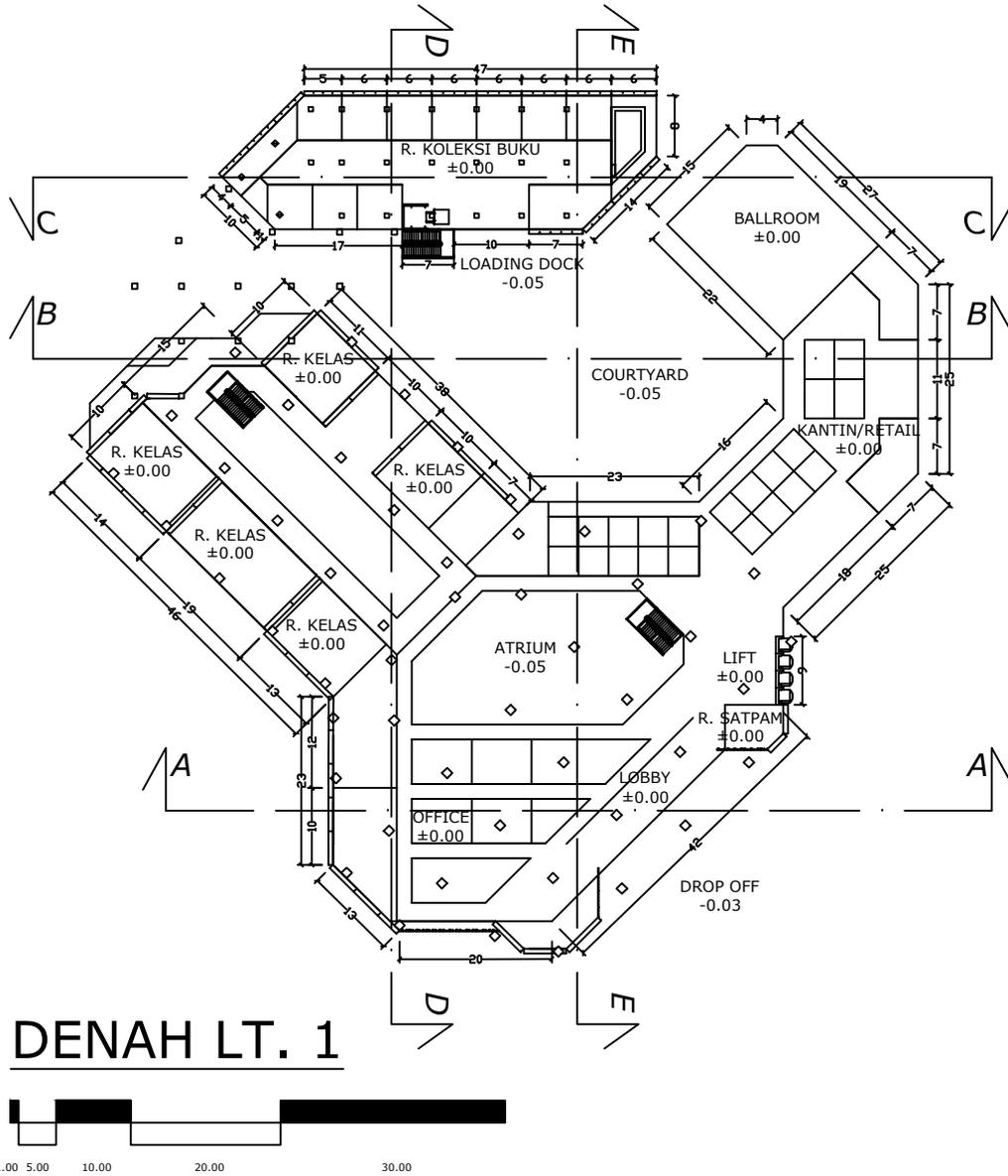
- Layout
- Potongan
- Tampak
- Perspektif
- Aksonometri

5.4.1 Layout

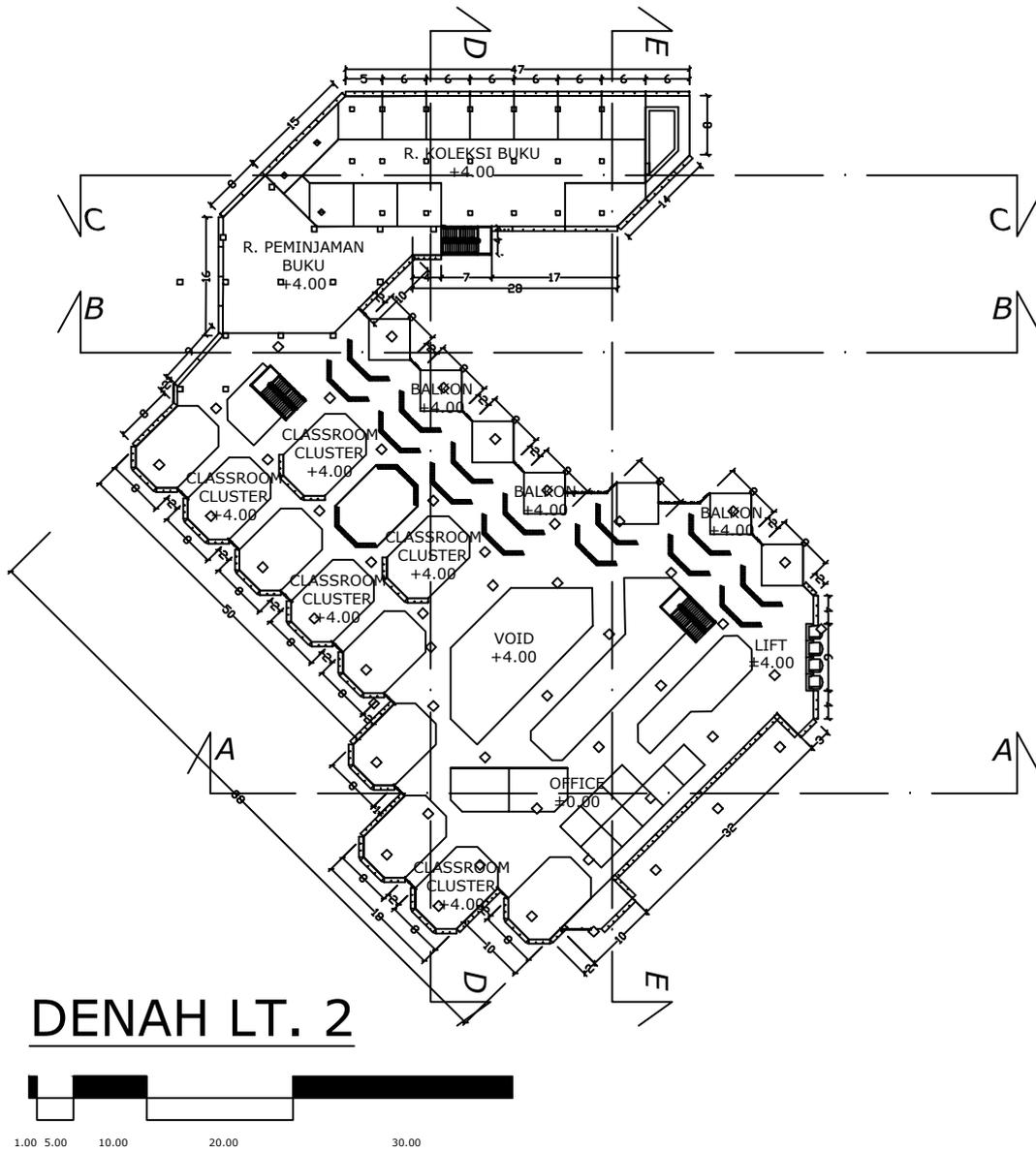


Gambar 5.61 Siteplan

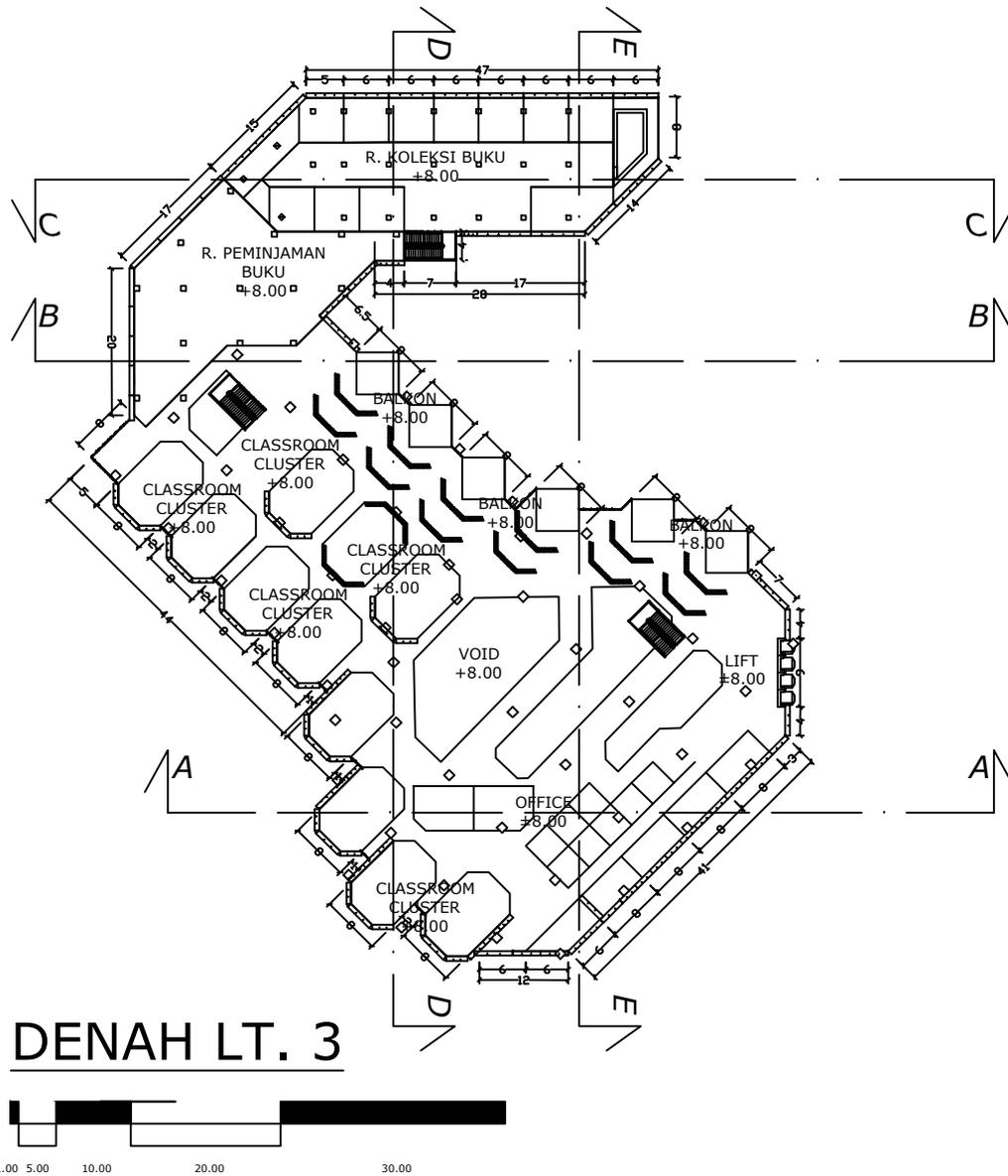
5.4.2 Denah



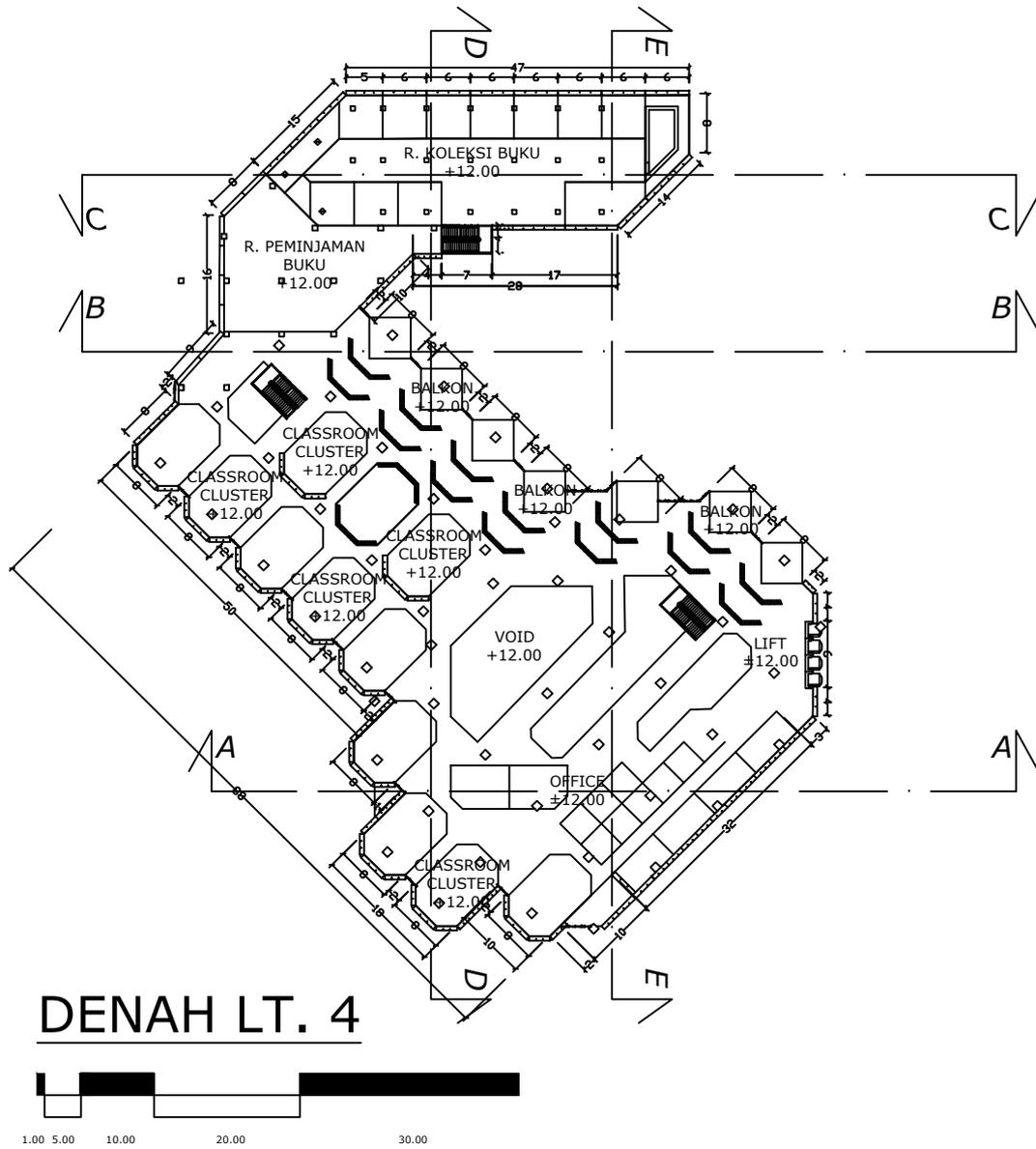
Gambar 5.62 Denah lantai 1



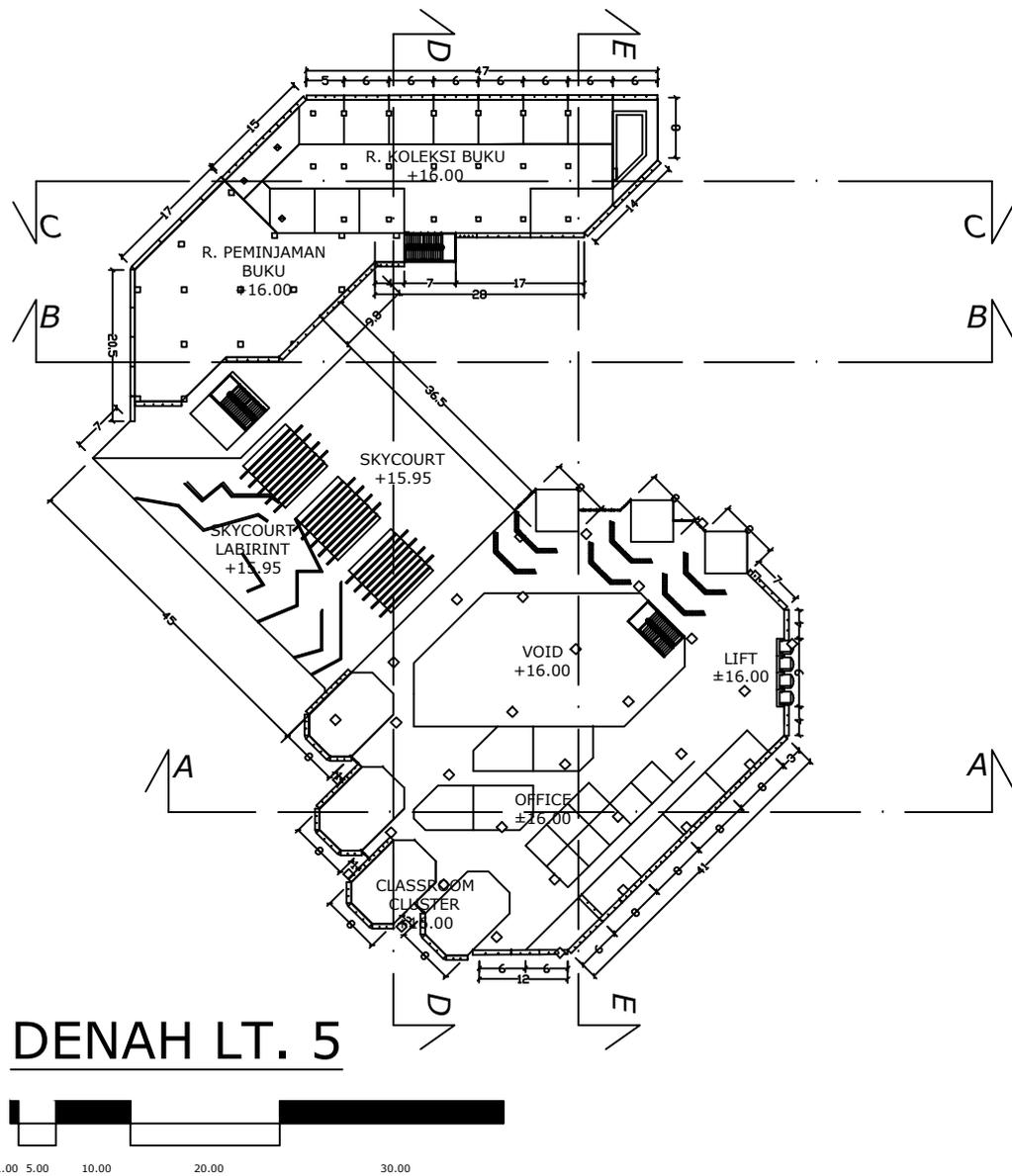
Gambar 5.63 Denah lantai 2



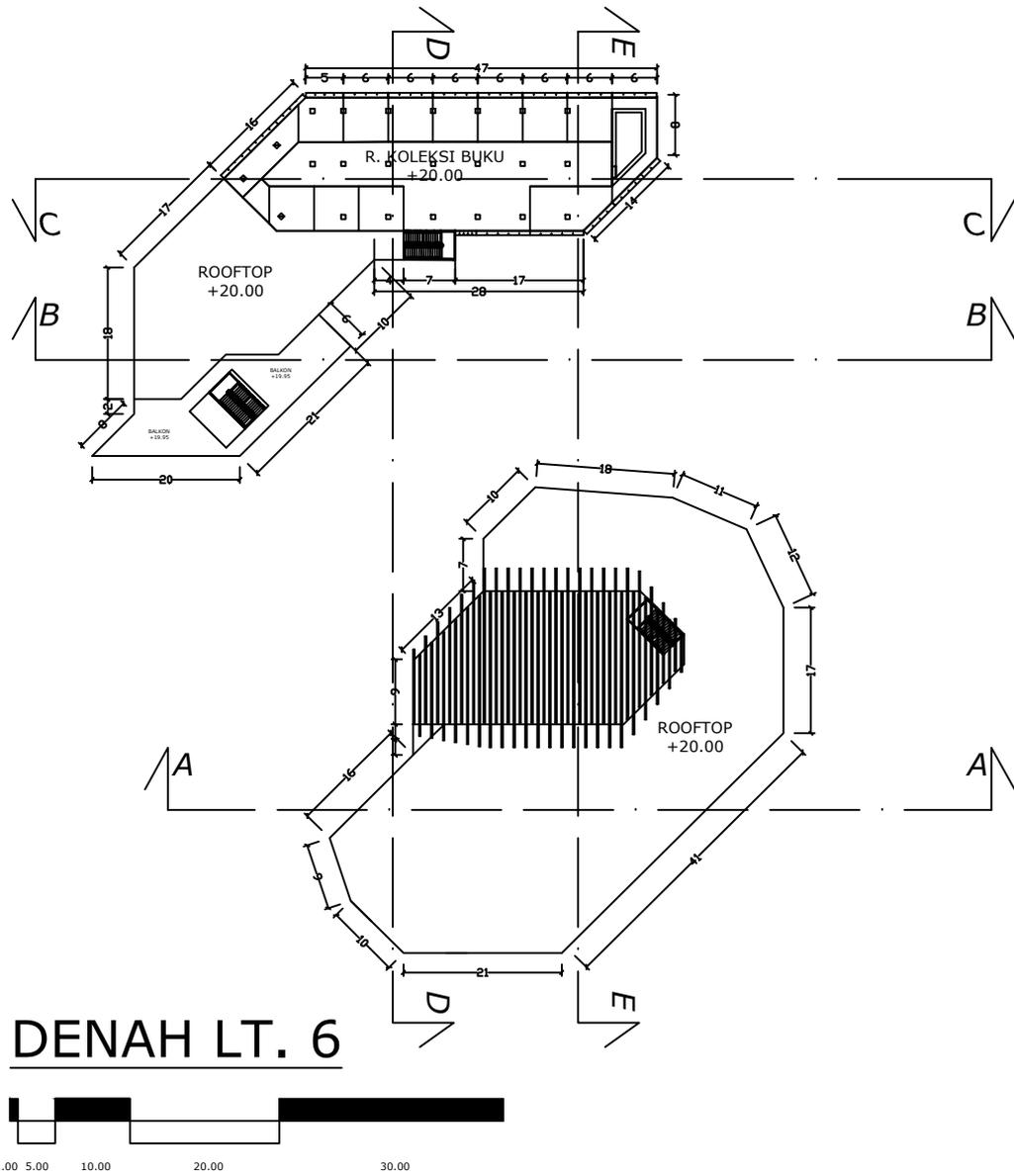
Gambar 5.64 Denah lantai 3



Gambar 5.65 Denah lantai 4

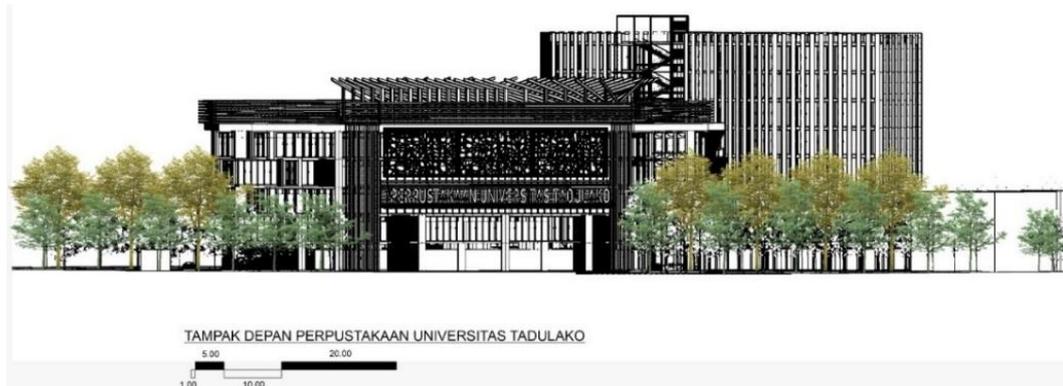


Gambar 5.66 Denah lantai 5

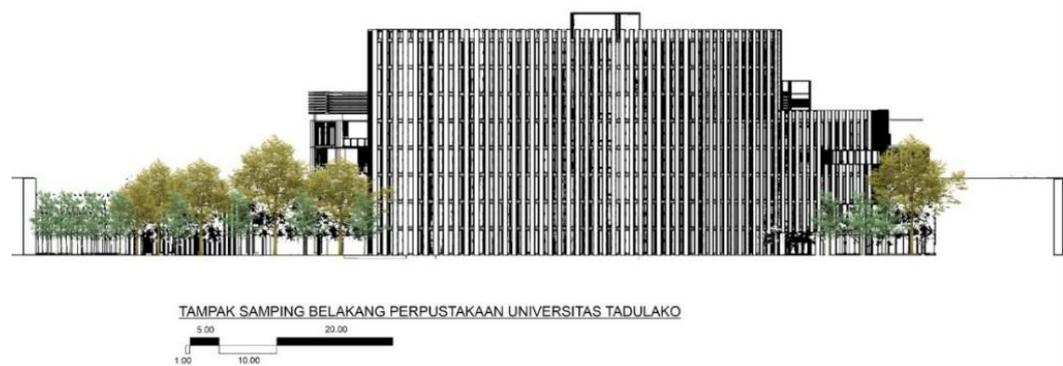


Gambar 5.67 Denah lantai 6

5.4.3 Tampak



Gambar 5.70 Tampak sebelah Barat



Gambar 5.71 Tampak sebelah Timur

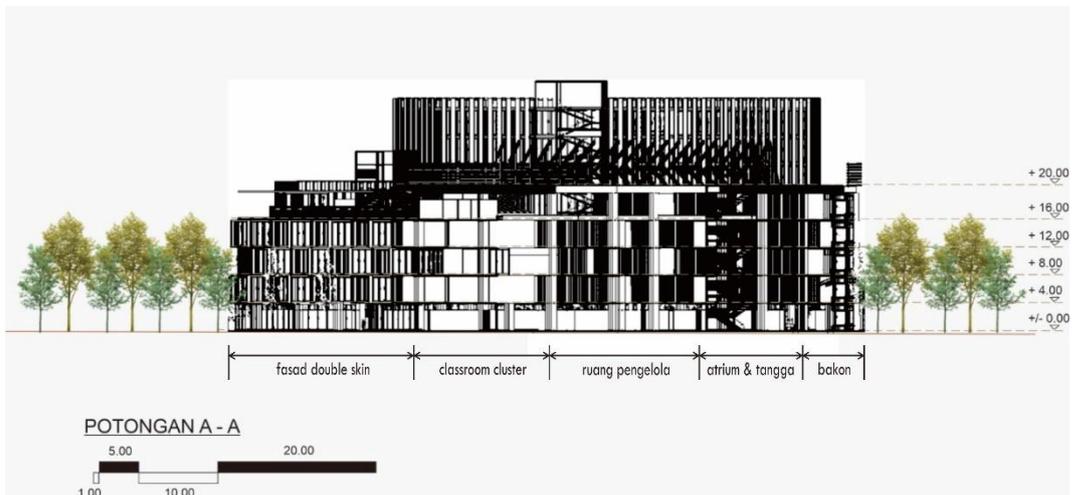


Gambar 5.72 Tampak sebelah Selatan

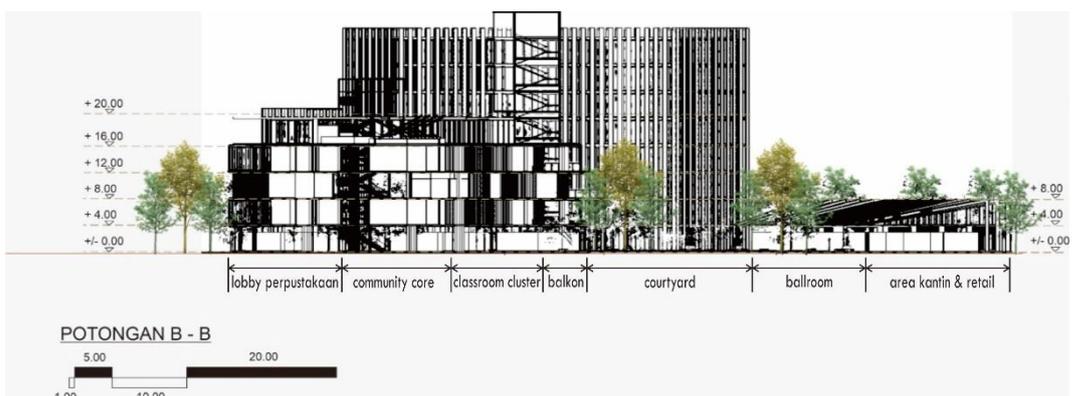


Gambar 5.73 Tampak sebelah Utara

5.4.4 Potongan



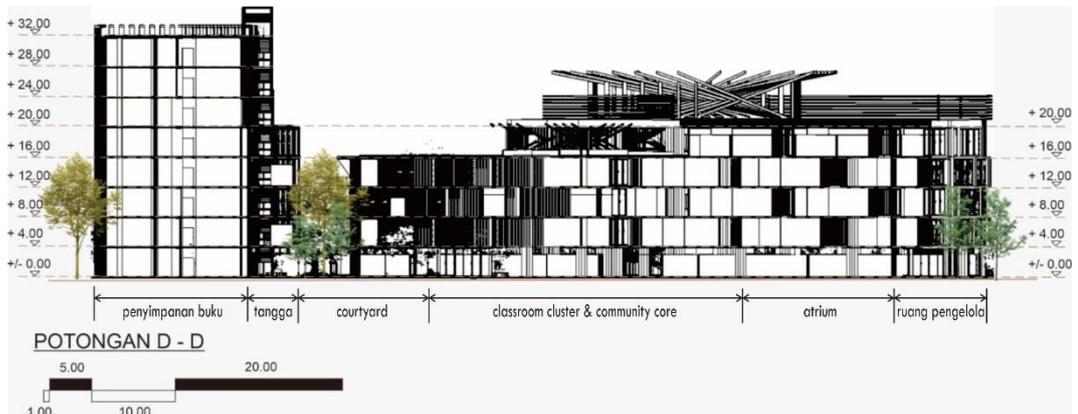
Gambar 5.74 Potongan A-A



Gambar 5.75 Potongan B-B



Gambar 5.76 Potongan C-C



Gambar 5.77 Potongan D-D



Gambar 5.78 Potongan E-E

5.4.5 Perspektif



Gambar 5.79 Perspektif mata burung



Gambar 5.80 Perspektif arah Barat



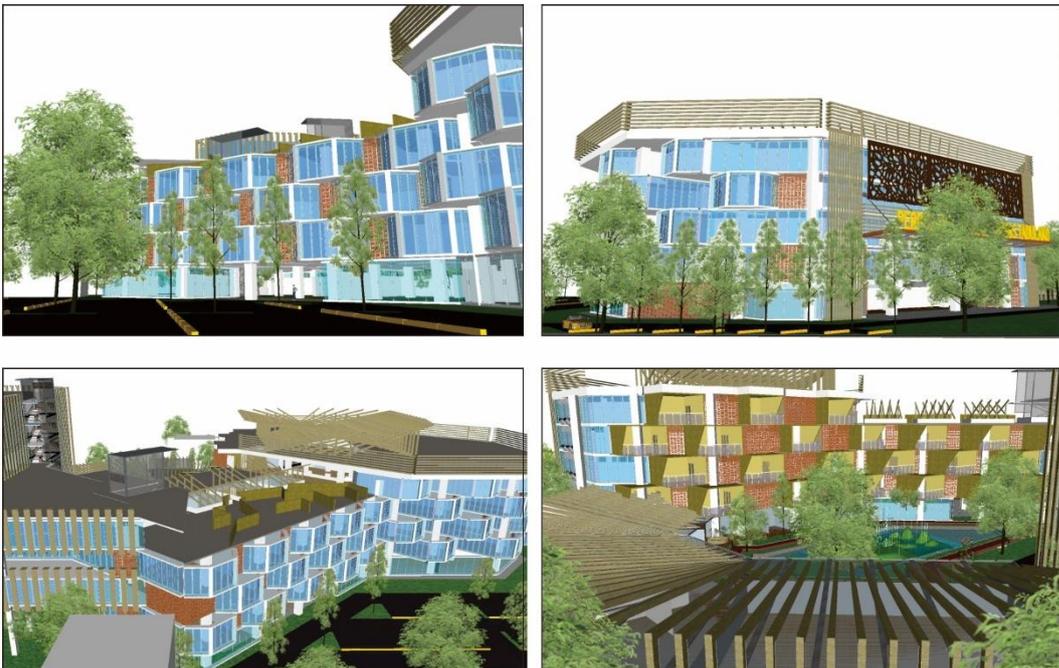
Gambar 5.81 Perspektif arah Timur



Gambar 5.82 Perspektif arah Timur



Gambar 5.83 Perspektif arah Selatan



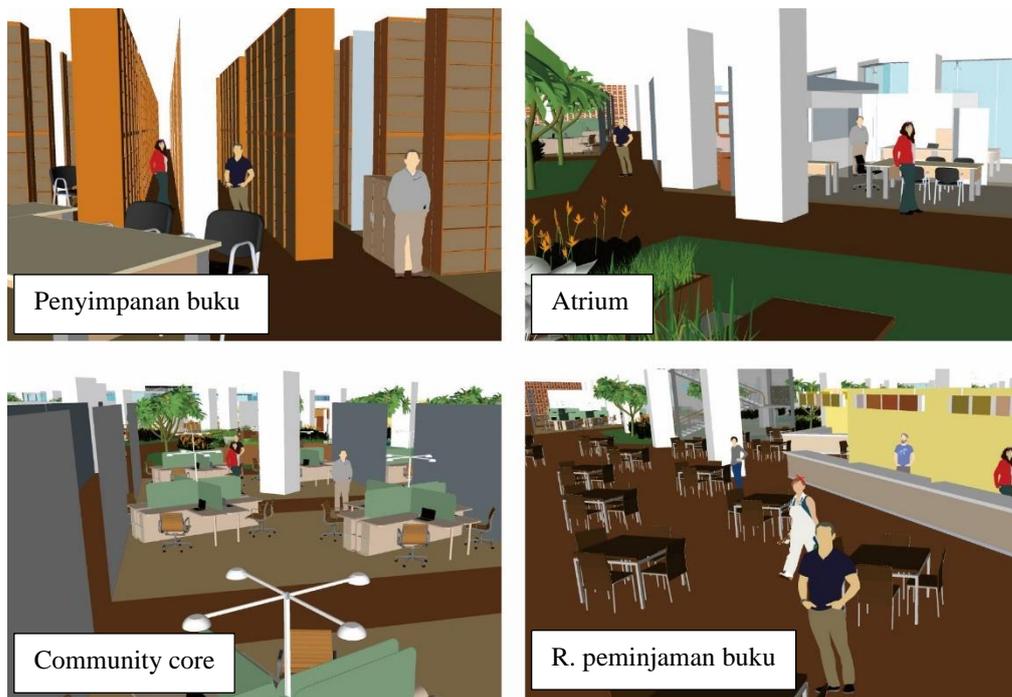
Gambar 5.84 Perspektif eksterior fasad *double skin* dan balkon perpustakaan Universitas Tadulako



Gambar 5.85 Perspektif interior *communal space* atrium dan *cluster classroom*



Gambar 5.86 Perspektif sequential interior perpustakaan Universitas Tadulako



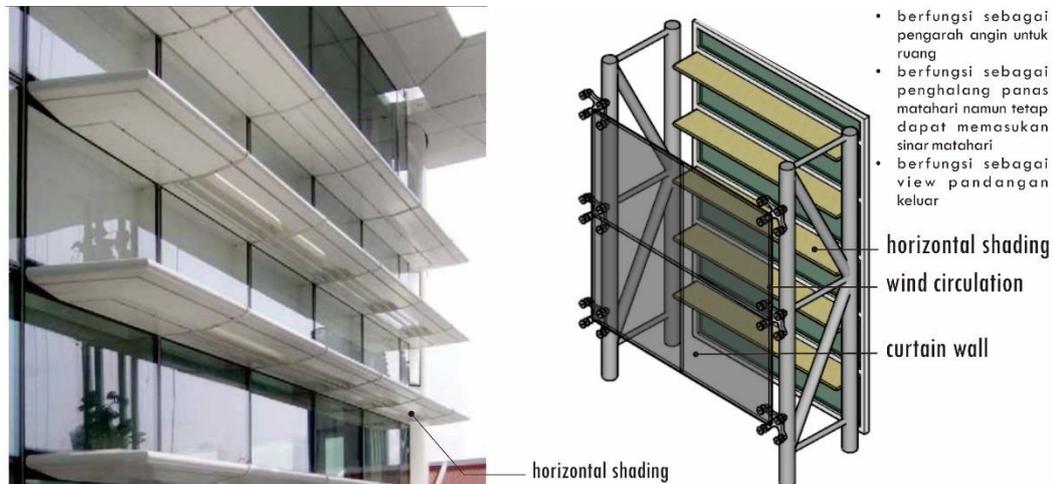
Gambar 5.87 Perspektif sequential interior perpustakaan Universitas Tadulako

5.5 Inovasi Perancangan

Perancangan perpustakaan hemat energi yang menerapkan konsep ruang transisi merupakan pengembangan dari konsep perancangan sebelumnya yang juga mengadopsi pendekatan *passive cooling*. Dari beberapa preseden, yang mengadopsi pendekatan *passive cooling* yang paling dominan diantaranya National Library of Singapore (Singapore) dan Manitoba Hydro (Canada).

Pada National Library of Singapore, sistem *passive cooling* pada bangunan dirancang menjadi satu kesatuan pada kisi-kisi bangunan. Kisi-kisi bangunan berupa *shading* yang berfungsi sebagai penahan panas matahari dan juga akan mengarahkan angin ke dalam bangunan. Pengembangan pada perancangan perpustakaan ini, elemen pembayangan dikembangkan dengan perletakan *shading* yang di letakan di sela antara *double skin fasad* agar pengendalian terhadap panas dan pembayangan matahari lebih optimal. Secara teknis, National Library of Singapore tidak menggunakan penghawaan alami, dan fungsi *shading* hanya sebagai elemen pembayangan namun pada perpustakaan Universitas Tadulako dengan sistem *shading* yang di letakan di belakang material kaca *e-glass* sehingga sistem *double skin fasad* mempunyai kelebihan bahwa angin yang di masukan ke

dalam bangunan tidak sekecang angin pada area luar bangunan dan sistem ini berfungsi untuk mengurangi aliran angin sehingga lebih nyaman bagi pengguna.



Gambar 5.88 Rancangan *shading* perpustakaan hemat energi menerapkan kombinasi sistem *double skin facade*

Penataan *double skin facade* di kolaborasikan dengan bata berlubang untuk memasukan angin kedalam bangunan dengan kemiringan 45° untuk semakin mengarahkan angin ke arah koridor, selanjutnya di keluarkan melalui fasad balkon, penataan *fasade double skin* dan balkon di tata silih berganti untuk merespon angin secara vertikal dan penataan ini

Berdasarkan bentuk bangunan National Library of Singapore dibagi menjadi dua massa bangunan, dan diantara dua massa ini terdapat ruang atrium ditengah sebagai ruang kontrol suhu. Penataan dua massa ini dilakukan untuk merespon iklim setempat, terutama orientasi matahari dan aliran angin pada lokasi tapak, dua massa massa bangunan bagian kiri dan kanan di fungsikan sebagai *barrier* angin dan matahari agar ruang di tengah (atrium) mendapatkan efek pembayangan, ruang atrium ini juga berfungsi untuk sirkulasi aliran angin yang lebih dingin sehingga suhu bangunan nyaman bagi pengguna. Sementara pada perpustakaan Universitas Tadulako massa berbentuk *barrier* angin yang berfungsi sebagai penahan angin dan matahari di rancang dengan sudut 45° , agar aliran angin yang masuk ke bangunan lebih terarah, sementara ruang transisi di antara *barrier* ini, pada perpustakaan hemat energi difungsikan sebagai ruang interaksi berupa balkon, *courtyard* dan *skycourt*, dengan karakter ruang yang lebih terbuka sehingga

angin yang di terima lebih banyak dan dilengkapi dengan elemen vegetasi untuk efek pembayangan matahari atau penyaringan angin dan juga terdapat elemen air berupa kolam yang juga akan memberikan efek pendinginan pada angin, sehingga kegiatan pengguna lebih variatif dan suhu yang di dapatkan lebih nyaman.

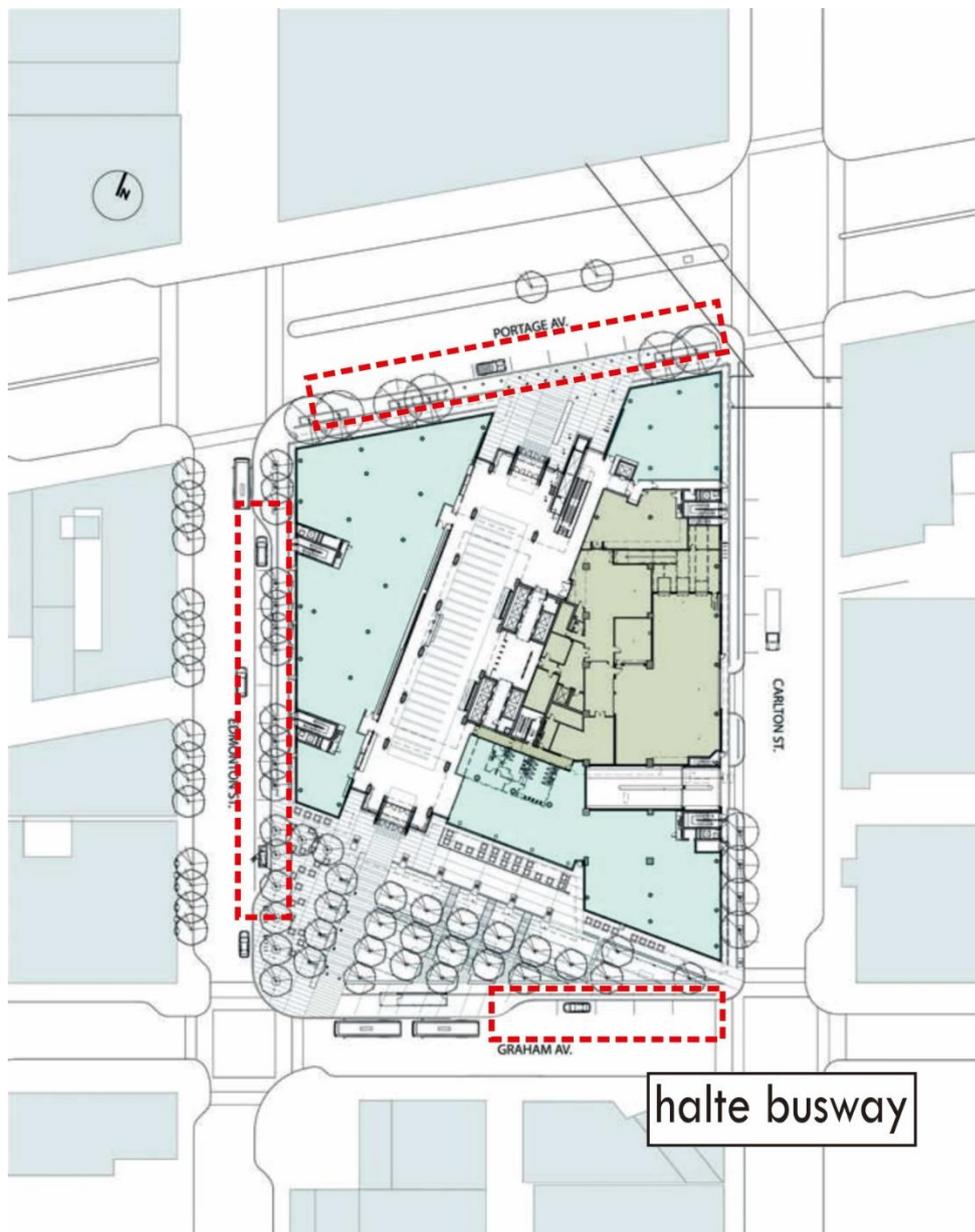


Gambar 5.89 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa pembagian zona massa yang berfungsi sebagai *barrier* angin

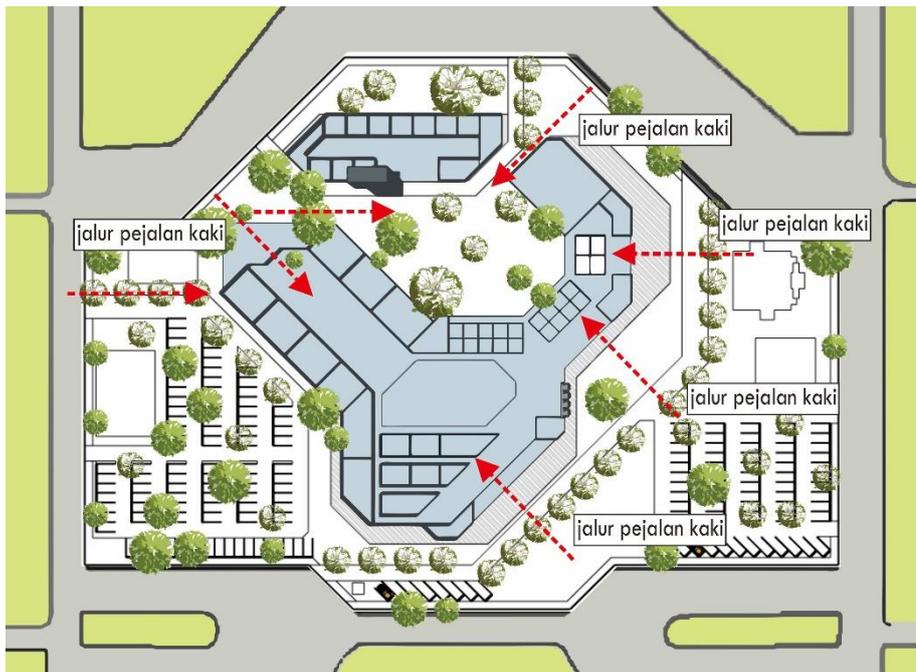
Berdasarkan penataan ruang dalam, pada gedung National Library of Singapore yang terbagi menjadi dua massa, fungsi dari massa bagian sebelah kiri (gedung pertama) difungsikan untuk kegiatan kreatif yang aktifitasnya menimbulkan kebisingan (ruang kreatif), sehingga bentuk bangunan ini lebih terbuka, sementara gedung di bagian belakang (gedung kedua) sifatnya lebih tertutup tertutup untuk kegiatan yang lebih tenang seperti ruang pada perpustakaan (ruang baca), penerapan ini merupakan penataan zonasi ruang dengan konsep ruang transisi dengan melihat dari adaptif kegiatan dan aktifitas pengguna. Pada perpustakaan Universitas Tadulako, ruang transisi berfungsi sebagai pembagi ruang baca dengan ruang penyimpanan buku dan ruang baca terbuka dengan ruang baca tertutup, pembagian ini terbentuk dari hasil pengelolaan angin pada ruang dalam.

Ruang penyimpanan buku merupakan ruang tertutup dan tidak menggunakan penghawaan alami, hal ini dilakukan dengan pertimbangan suhu dan kelembapan yang dapat merusak buku. Sementara ruang baca terbagi menjadi dua karakter, ruang baca terbuka dan ruang baca tertutup dengan pembagian ruang yang memanfaatkan penghawaan alami, ruang baca tertutup di tata dengan modul-modul ruang dan menciptakan koridor angin, koridor ini di fungsikan sebagai ruang *communication core* atau ruang baca terbuka.

Pada bangunan Manitoba Hydro, letak bangunan mempertimbangkan lokasi perletakan bangunan dengan rute bus dari rumah karyawan agar memudahkan akses, sementara pada perpustakaan Universitas Tadulako, perletakan perpustakaan dipengaruhi oleh bangunan sekitarnya agar akses mahasiswa untuk mengunjungi perpustakaan lebih mudah, dan pertimbangan ini mempengaruhi bentuk perpustakaan yang memiliki akses pintu masuk pejalan kaki yang lebih banyak agar pengunjung dari bangunan di sekeliling perpustakaan dapat dengan mudah masuk hanya dengan berjalan kaki saja.



Gambar 5.90 Akses busway di sekitar bangunan Manitoba hydro (KPMB Architect, 2011)



Gambar 5.91 Akses pejalan kaki menuju perpustakaan dari bangunan sekitar

Penataan ruang di dalam pada bangunan Manitoba Hydro menyesuaikan dengan penataan utilitas bangunan dengan kegiatan pengguna, seperti ruang pengelolaan angin berupa *wind mills* dan *wind tower* diletakan di setiap sudut bangunan yang jauh dari ruang aktifitas sehingga tidak mengganggu aktifitas pengguna dari suara yang bising. Ruang *basement* digunakan sebagai ruang pengelolaan angin berupa *boiler* yang fungsinya pengatur suhu dalam bangunan, ruangan ini cukup berisik sehingga aktivitas yang tepat dilakukan arsitek dengan menjadikan ruang ini sebagai ruang parkir kendaraan yang tidak memperlmasalahakan kebisingan dari mesin *boiler*.



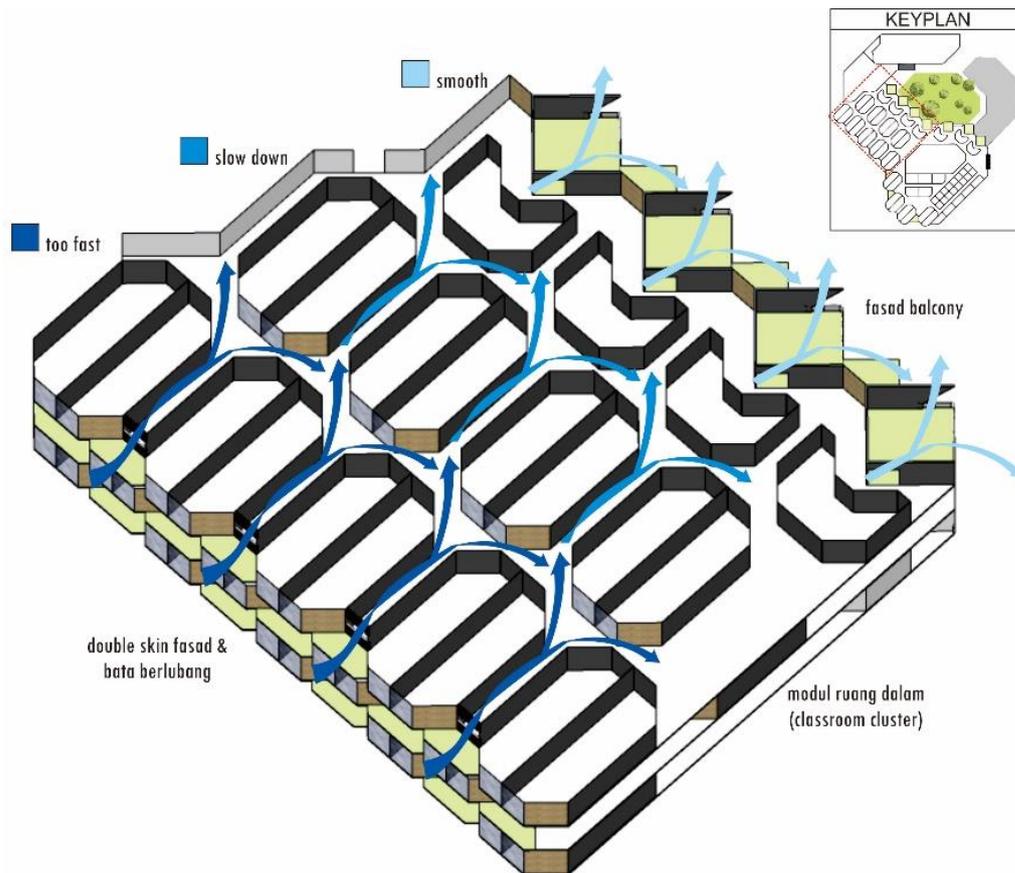
Gambar 5.92 Penataan ruang pada Manitoba hydro, ruang aktivitas pengguna menghindari ruang pengelolaan angin berupa *wind mills* dan *wind tower* agar tidak berisik



Gambar 5.93 Pemanfaatan ruang pengelolaan angin sebagai ruang parkir pada bangunan Manitoba hydro

Pada perpustakaan Universitas Tadulako penataan ruang dalam berdasarkan arah aliran angin, angin yang masuk ke dalam bangunan akan di pecah untuk mengurangi kecepatan angin sehingga tetap nyaman bagi pengguna, pemecahan angin dilakukan dengan cara menata ruang berupa modul-modul berbentuk persegi yang pada setiap sudutnya di miringkan 45° untuk memudahkan aliran angin dan memperluas ruang *communication core*. Penataan modul ini di desain silih berganti agar angin yang masuk akan menabrak modul tersebut dan terpecah sehingga penurunan kecepatan angin terjadi, pemecahan aliran angin ini terjadi secara berulang sampai akhirnya di keluarkan ke area *courtyard* melalui ruang transisi berupa balkon.

Communication core ini berfungsi sebagai ruang baca terbuka yang memanfaatkan koridor-koridor, bagi pengguna perpustakaan ruang ini juga dapat dijadikan ruang interaksi. Ruang interaksi ini tidak mengganggu ketenangan ruang baca tertutup (modul-modul), karena dibatasi dinding. Penataan desain ruang dalam ini berdasarkan konsep ruang transisi untuk mengelola aliran angin, dimana pemisahan ruang baca terbuka dan ruang baca tertutup menciptakan *communication core* atau koridor angin yang dapat difungsikan sebagai tempat penyimpanan buku yang dapat di ganti secara berkala seperti koran atau majalah, dengan penggantian berkala, buku yang disimpan tidak mudah rusak akibat suhu yang tidak teratur oleh penghawaan alami. Ruang baca terbuka dan ruang baca tertutup merupakan respon ruang transisi untuk menyelesaikan permasalahan kebutuhan ruang baca bagi mahasiswa yang membutuhkan suasana tenang untuk belajar atau membaca buku dan suasana yang cukup berisik sebagai ruang kreatif, berinteraksi sesama mahasiswa atau media untuk *brainstorming*.

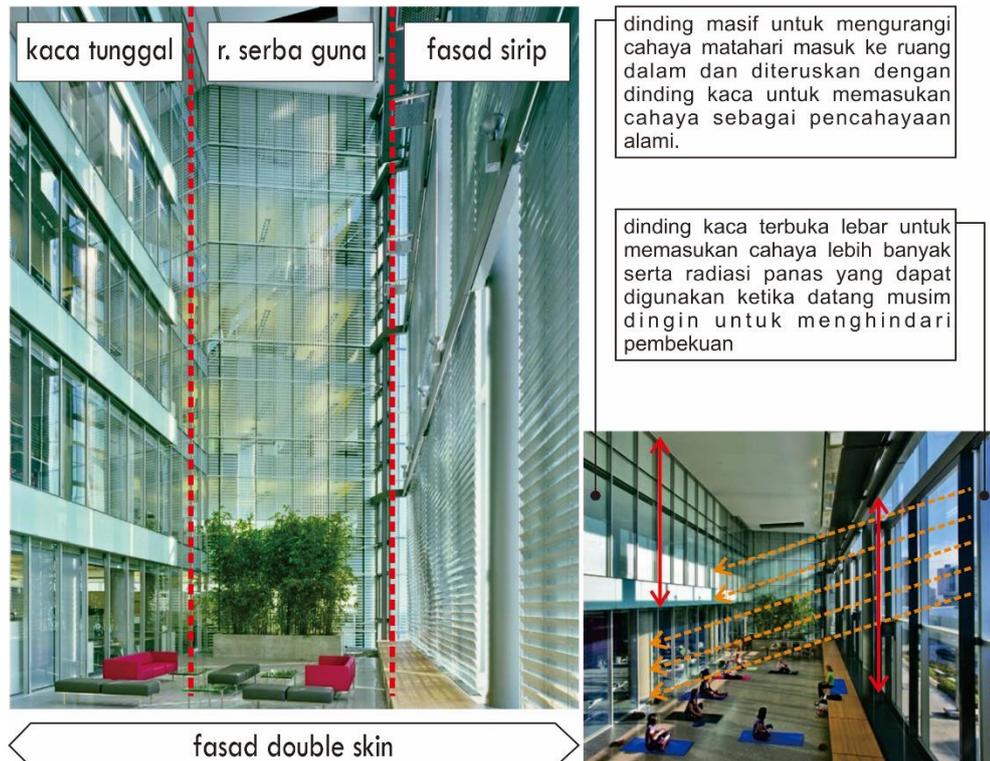


Gambar 5.94 Penerapan konsep ruang transisi pada modul ruang baca tertutup dan ruang baca terbuka sebagai pengelolaan aliran angin

Pada bangunan Manitoba Hydro, fasad bangunan berorientasi arah Utara dan membentang ke Selatan untuk menerima pemaparan sinar matahari dan angin Selatan, dengan dua cerobong sebagai penangkap angin, dan sinar matahari. Manitoba Hydro menggunakan *double facade* untuk merespon iklim dingin di Canada. Penerapan *double facade* yang memiliki ruang antara dijadikan ruangan yang dapat difungsikan sebagai ruang serbaguna dengan menggunakan kaca tunggal agar tidak terjadi pembentukan es di musim dingin. Sementara untuk kondisi musim panas, lapisan dalam (kaca tunggal) memiliki dinding masif yang rendah untuk mengurangi masuknya cahaya matahari. Desain *double facade* pada ruangan lainnya menggunakan sirip-sirip untuk mengurangi cahaya matahari yang terlalu silau.

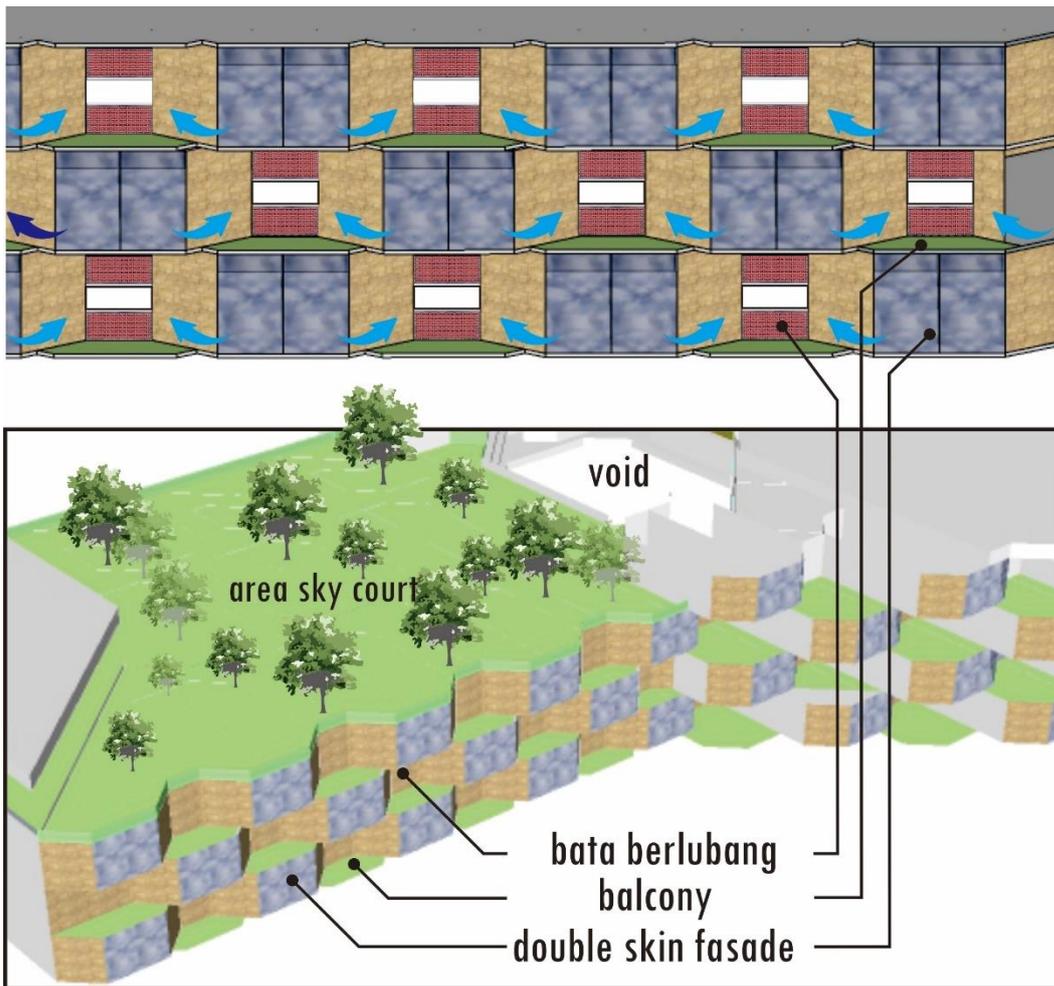
Sistem mekanik di terapkan pada sirip fasad agar dapat bergerak yang menyesuaikan kondisi suhu, radiasi, angin, curah hujan sebagai acuan penggerak atau kontrol jendela yang dapat dioperasikan. Sistem mekanik juga diterapkan

untuk memantau pencahayaan, pemanas air, pompa air dan energi kipas dan beban hidronik atau program penyiraman bangunan pada malam hari apabila terjadi perubahan suhu. Sistem kontrol siri atau tirai ini juga untuk pemandangan luar ruangan dan menerima cahaya, apabila tirai terbuka, secara otomatis lampu akan redup. Pendinginan mekanik ditepakan pada plat lantai yang dialiri angin sehingga berpengaruh pada suhu dalam ruangan, sistem ini dinamakan *Heating+Cooling*.



Gambar 5.95 Penerapan fasad *double skin* untuk merespon iklim pada bangunan Manitoba Hydro (Hueber, Kopelow, 2011)

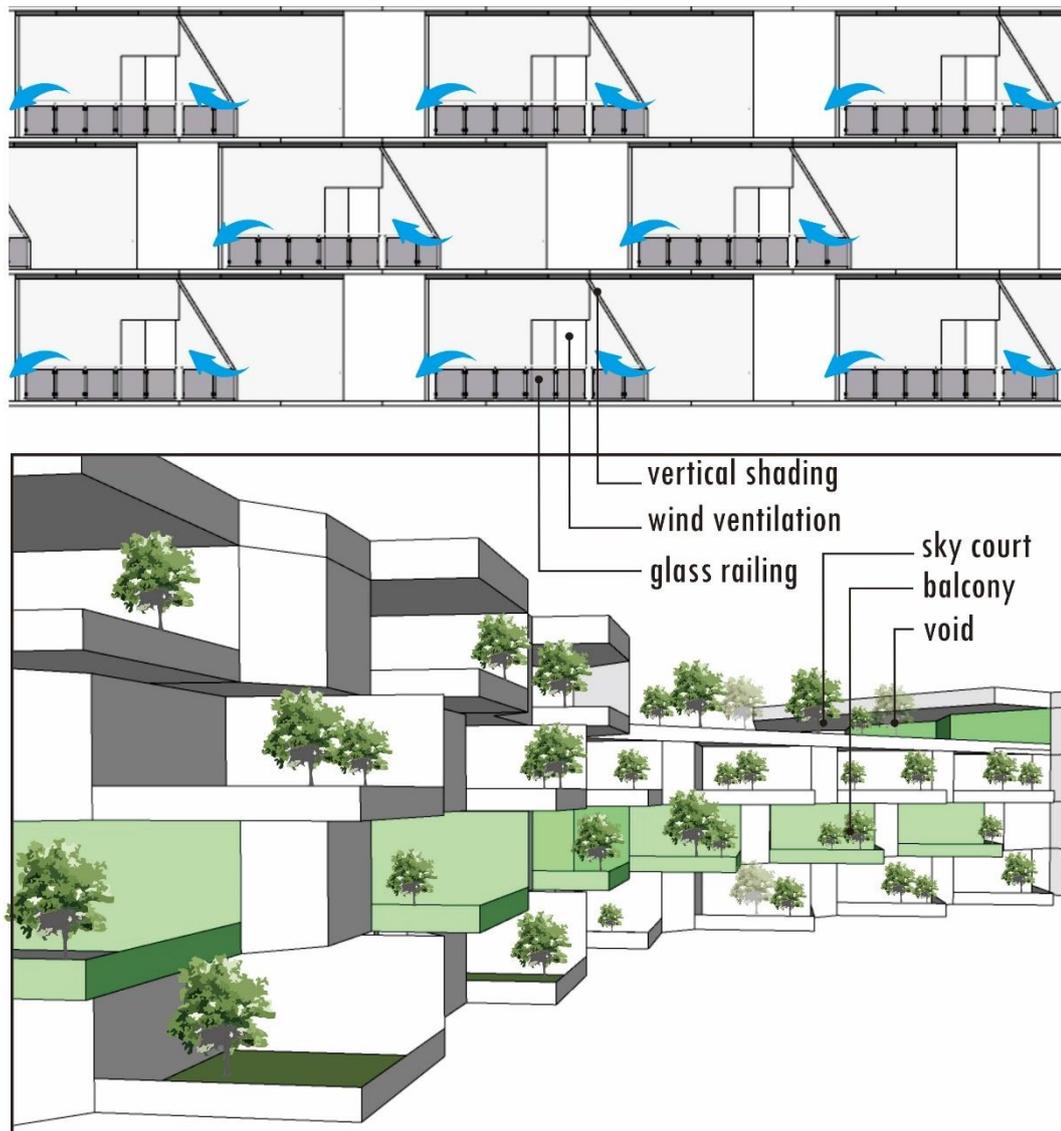
Inovasi pada perancangan perpustakaan Universitas Tadulako ini terletak pada sistem integrasi desain fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam bangunan yang pada setiap elemen desain memiliki fungsi untuk mengalirkan penghawaan serta memberikan ruang transisi yang berfungsi sesuai dengan kebutuhan ruang perpustakaan. Integrasi desain tersebut menjadi sangat kompleks dibandingkan bangunan yang telah ada dikarenakan memperhatikan berbagai aspek seperti *fasad double skin* yang menggunakan *shading device* untuk pembayang dan di kolaborasikan dengan bata berlubang untuk memasukan angin, penataan fasad ini juga di buat silih berganti untuk merespon aliran angin, bentuk bangunan didesain miring 45° untuk memperbesar bidang yang terpapar aliran angin.



Gambar 5.96 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa *fasad double skin*

Desain fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam ini mempertimbangkan arah angin, panas matahari, *view* keluar bangunan yang tujuannya adalah untuk mendapatkan penghematan energi pendinginan yang lebih optimal baik dengan cara menurunkan suhu permukaan bangunan maupun menurunkan suhu ruangan dengan memanfaatkan aliran angin.

Ruang transisi berupa balkon yang memiliki fungsi utama sebagai ruang kontrol angin sebelum masuk ke dalam bangunan, agar angin yang masuk ke dalam bangunan merupakan angin yang sejuk, balkon juga dapat dilengkapi dengan vegetasi untuk menyejukan ruang ini, balkon juga berfungsi sebagai bukaan untuk keluar masuknya angin dari *courtyard*, sementara fungsi untuk aktifitas perpustakaan, balkon dapat difungsikan sebagai ruang baca terbuka, atau ruang kerja kelompok mahasiswa.



Gambar 5.97 Penerapan ruang transisi pada perpustakaan hemat energi berupa fasad balkon

(halaman ini sengaja di kosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Perancangan Universitas Tadulako yang responsif terhadap potensi angin di kota Palu dengan strategi konsep ruang transisi yang merupakan salah satu pemecahan masalah penghawaan alami pada bangunan yang tepat bila diterapkan pada bangunan hemat energi, konsep ruang transisi pada perancangan ini di terapkan melalui strategi *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).

Faktor-faktor pengendalian aliran angin pada bangunan perpustakaan Universitas Tadulako terletak pada fasad, bentuk dan orientasi atau penataan ruang dalam bangunan. Pada fasad bangunan, pengendalian angin di lakukan dengan menerapkan balkon pada selubung bangunan bagian dalam yang menerima terpaan aliran udara dan panas matahari secara langsung, sehingga ruang dalam bangunan mendapatkan penghawaan yang lebih baik. Disamping itu permukaan bangunan (fasad) juga mengakomodasi kontrol pencahayaan sehingga terintegrasi dengan sistem penghawaan alami, respon ini terdapat fasad *double skin* yang dilengkapi dengan sirip-sirip dan *vertical shading* pada balkon sebagai kontrol cahaya. Pada fasad *double skin* dengan menggunakan material bata berlubang untuk memasukan angin kedalam bangunan pada ruang koridor dalam.

Pengendalian angin pada bentuk bangunan dan orientasi bangunan dilakukan dengan menyesuaikan arah angin pada sisi Utara-Selatan mendapatkan aliran angin paling konstan yang direspon dengan penggunaan konsep ruang transisi berupa fasad balkon dan fasad *double skin* dengan bentukan menjulur keluar dan silih berganti agar angin dapat terpecah sehingga angin yang masuk merupakan angin yang nyaman bagi pengguna. Pada sisi Timur-Barat merupakan aliran angin yang cukup kencang namun tidak konstan, area ini juga merupakan jalur orientasi matahari yang juga mempengaruhi transfer panas pada bangunan, transfer aliran

angin dan panas matahari dapat diminimalisir dengan menempatkan bentukan massa berupa *barrier* angin sebagai penghalang. Respon ruang transisi terhadap desain massa bangunan dirancang agar dapat mengarahkan angin ke ruang dalam bangunan (*courtyard*) dan menyebarkan angin dan menghalangi panas matahari.

Pengendalian aliran angin pada ruang dalam bangunan dengan memperhatikan arah datangnya angin dengan bukaan ventilasi, pada fasad bata berlubang angin masuk melalui koridor angin dan masuk pada area ruang baca yang penataan berupa modul-modul ruang berupa *classroom cluster*. Modul ruang ini dapat mengalirkan angin untuk masuk ke dalam bangunan sekaligus memecah aliran angin dengan bentukan pada sudut modul dengan kemiringan 45°. Hasil dari koridor antara modul ini difungsikan sebagai ruang interaksi mahasiswa berupa *community core*.

Kriteria rancangan perpustakaan hemat energi dapat dilihat dari strategi aerodinamik arsitektur yang mempunyai pengaruh terhadap aliran angin yang diterima bangunan, yaitu dengan memperhatikan pengaruh-pengaruh angin terhadap bangunan mulai dari perilaku angin dan pengaruh angin terhadap bentuk, orientasi, ketinggian dan massa bangunan. sehingga angin menjadi *force* untuk menyelesaikan permasalahan panas pada bangunan.

Hasil dari penerapan konsep ruang transisi dapat dilihat dari perpustakaan ini mampu mengelola potensi angin di kota Palu untuk menurunkan suhu dalam bangunan suhu bangunan dengan merancang fasad, bentuk dan orientasi atau penataan ruang dalam dengan konsep ruang transisi sebagai ruang adaptasi pada bangunan terhadap aliran angin sekaligus respon ruang transisi terhadap fungsi bangunan sebagai perpustakaan.

Pertimbangan penggunaan konsep ruang transisi untuk menggunakan penghawaan alami berpengaruh pada sistem operasional perpustakaan, pada perpustakaan Universitas Tadulako menerapkan sistem *close access*, yaitu peminjam buku tidak dapat langsung mengakses buku perpustakaan, peminjaman dapat dilakukan pada resepsionis perpustakaan dengan mengakses catalog komputer yang tersedia pada *lobby* perpustakaan, sehingga konsep ruang transisi mampu melindungi buku perpustakaan dari pengaruh penghawaan alami yang dapat merusak buku karena kelembapan dan suhu yang tidak dapat di kontrol, oleh

sebab itu khusus ruang penyimpanan buku pada perpustakaan ini menggunakan penghawaan buatan dan hanya dapat di akses oleh pengelola perpustakaan.

Ruang transisi berperan membagi zonasi pada perpustakaan dengan memisahkan zona penyimpanan buku, zona ruang baca, zona publik dan zona operasional. Pada zona ruang baca terbagi menjadi dua bagian, yaitu ruang baca terbuka dan tertutup, sehingga ruang transisi mampu merespon kegiatan mahasiswa yang membutuhkan suasana tenang dan suasana berisik. Suasana tenang menggunakan ruang baca tertutup berupa *classroom cluster* dan bagi mahasiswa yang menginginkan suasana berisik untuk kegiatan interaksi dapat menggunakan ruang baca terbuka berupa *community core*. Ruang transisi berperan untuk memisahkan kedua ruangan ini sekaligus memanfaatkannya sebagai ruang pengelolaan angin, dimana ruang baca di desain berupa modul-modul untuk memecah angin yang masuk ke dalam bangunan, sehingga penghawaan alami dapat dinikmati baik untuk ruang baca terbuka atau ruang baca tertutup namun privasi ruang baca tetap diterapkan.

Inovasi pada perancangan perpustakaan Universitas Tadulako ini terletak pada sistem integrasi penerapan konsep ruang transisi pada fasad, bentuk dan orientasi dan penataan ruang dalam yang berfungsi sebagai elemen penghawaan alami dengan pertimbangan fungsi bangunan sebagai perpustakaan. Konsep ruang transisi berperan mengelola angin pada fasad sehingga angin yang masuk pada bangunan sesuai dengan kebutuhan pengguna dengan menerapkan fasad balkon dan fasad *double skin*, ruang transisi juga berperan dalam menentukan bentuk bangunan yang dilengkapi bentukan kontrol angin seperti *barrier* angin, *skycourt* dan *courtyard*, dan ruang transisi juga berperan dalam menentukan sistem operasional perpustakaan, zonasi dan penataan ruang dalam untuk mengelola angin seperti penerapan modul ruang baca dan ruang kontrol angin berupa atrium. Konsep ruang transisi juga mempertimbangkan aspek kebutuhan kenyamanan pengguna bangunan seperti kebutuhan *view* keluar bangunan, penggunaan penghawaan alami dan pencahayaan alami yang tujuannya adalah untuk mendapatkan penghematan energi dengan pendinginan yang lebih optimal baik dengan cara menurunkan suhu permukaan bangunan maupun menurunkan suhu ruang dalam.

6.2 Saran

Hasil dari perancangan perpustakaan Universitas Tadulako ini direkomendasikan kepada akademisi dan perancang dimana rancangan ini dapat dijadikan referensi mengenai rancangan skematik perpustakaan universitas hemat energi dengan konsep ruang transisi untuk mengurangi penggunaan pendinginan buatan yang konsumsi energinya lebih besar. Penerapan konsep ruang transisi pada perpustakaan dengan memperkaya ruang-ruang penghubung sebagai kontrol angin yang akan menghambat panas masuk ke dalam ruangan dan menjadi ruang adaptasi angin yang terlalu kencang atau angin panas agar menjadi lebih nyaman ketika diterima oleh pengguna.

Pada proses perancangan kendala yang dihadapi adalah membuktikan secara detail penurunan suhu yang terjadi pada ruang dalam bangunan akibat penerapan konsep ruang transisi sebagai generator bangunan. Kendala lain yang dihadapi dan dapat dipertimbangkan untuk penelitian lebih lanjut antara lain :

- 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 yang seharusnya dapat dilakukan lebih kompleks dan eksploratif dengan bantuan kajian yang lebih variatif.
- Pemilihan material, komponen dan elemen ruang transisi dapat di-*explore* lebih mendalam

Saran rancangan yang dapat dikembangkan dan diteliti lebih lanjut yang berhubungan dengan penerapan konsep ruang transisi sebagai ruang kontrol penghawaan alami adalah sebagai berikut :

- Secara teoretis, pendekatan ruang transisi berfungsi sebagai ruang kontrol angin sebelum masuk ke dalam bangunan (adaptasi) disisi lain pendekatan arsitektural dalam upaya organisasi ruang terkait dengan fungsional ruang masih dapat di eksplorasi sehingga kombinasi bentuk dan penerapan ruang transisi akan maksimal dalam mengontrol penghawaan alami dalam bangunan.
- Secara teknis, perancangan perpustakaan Universitas Tadulako dengan konsep ruang transisi dapat dieksplorasi lebih lanjut berkaitan dengan

bentuk dan penggunaan elemen desain sebagai fungsi utama dalam merespon kondisi angin disekitar bangunan.

Hasil perancangan ini juga dapat digunakan sebagai masukan bagi pemerintah maupun perancang dalam menerapkan konsep ruang transisi sebagai solusi untuk pengembangan bangunan hemat energi dengan memanfaatkan potensi angin, baik pada bangunan berlantai banyak (*skyscrapers*) atau bangunan berlantai rendah (*groundscrapers*). Hasil rancangan perpustakaan ini dapat menjadi alternatif rancangan yang dapat menekan penggunaan energi pendinginan buatan dan mengurangi konsumsi energi perkotaan.

Secara keseluruhan, dari tesis perancangan ini direkomendasikan terhadap peneliti dan perancang selanjutnya untuk melakukan pengembangan desain pada fasad, bentuk dan orientasi serta penataan ruang dalam bangunan khususnya ruang transisi antara satu ruang dengan ruang lainnya. Ruang tersebut merupakan ruang yang dapat di eksplorasi baik dari fungsi atau *device* yang dapat diterapkan, misalnya memanfaatkan dinding pada ruang balkon untuk vegetasi sebagai penyaring angin dan *double skin* yang menerapkan vertical garden atau hal lain yang bertujuan menyaring angin sebelum masuk ke dalam bangunan baik berupa vegetasi atau material bangunan.

(halaman ini sengaja di kosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Denhavi, M, Ghadiri, M.H, Muhammadi, H, Ghadiri, M.H. (2012), “Study of Wind Catcher with Square Plan : Influence of Physical Parameters”, *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, Vol.2, hal.559-564.
- Jazayeri, E dan Gorginpour, A. (2011), “Construction of Windcatcher and Necessity of Enhancing the Traditional Windcatcher”, *Magazine of Civil Engineering*, No. 6, hal. 56-59.
- Pitts, A dan Saleh, J. (2006), “Transition Spaces and Thermal Comfort – Opportunities for Optimising Energy Use”, *Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA2006 - The 23rd*.
- Kalamang, M.I.D. (2010), “Pengaruh Iklim Terhadap Bentuk dan Bahan Arsitektur Bangunan”, *RADIAL- jurnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, hal. 1-10.
- Kocagil, I.E dan Oral, G.K. (2015), “The Effect of Building Form and Settlement Texture on Energy Efficiency for Hot Dry Climate Zone in Turkey”, *6th International Building Physics Conference, IBPC 2015*, hal. 1835-1840.
- Napitupulu, S.S. (2014), “Pengaruh Orientasi Bangunan dan Kecepatan Angin Terhadap Bentuk dan Dimensi Filter Pada Fasad Bangunan Rumah Susun”, *E-Journal Graduate Unpar , Part D – Architecture*, hal. 75-89.
- Salkini, H, Greco, L, Lucente, R. (2016), “Towards adaptive residential buildings traditional and contemporary scenarios in bioclimatic design (the case of Aleppo)”, *International High-Performance Built Environment Conference – A Sustainable Built Environment Conference 2016 Series (SBE16), iHBE 2016*, hal. 1084-1091.
- Sam, A, (2005), “Studi Potensi Energi Angin di Kota Palu Untuk Membangkitkan Energi Listrik”, *Jurnal SMARTek*, Vol. 3, No. 1, hal. 21- 26.
- Allaby, M, (2002), *Encyclopedia of Weather and Climate*, Revised Edition, Facts On File, Inc., New York.
- Boutet, S dan Terry, (1987), *Controlling Air Movement*, McGraw Hill Book Company, New York.
- Compagno, A. (1995), *Intelligent Glass Design*, Artemis, Zurich, Germany.
- Constantinos A. Doxiadis, (1963), *Architecture in transition*, Hutchinson & CO. Ltd, 178-202 Great Portland Street, London.
- Darmono, (2001), *Manajemen dan Tata Kerja Perpustakaan Sekolah*, PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.

- Davies, C, (1991), *High Tech Architecture*, Thames and Hudson Ltd, London.
- Edwards, W, (2007), *Aesthetics and Architecture*, Continuum International Publishing Group, New York.
- Eisenman, P, (1978), *Postscript [to Alan Colquhoun's]: The Graves of Modernism*.
- Egan, M.D, (1975), *Concept in Thermal Comfort*, London Prentiss Hall International, London.
- Frick, H, (1998), *Dasar-Dasar Eko Arsitektur*, Kanisius, Yogyakarta.
- Givoni, B, (1976), *Climate, and Architecture*, Applied Science, Ltd, London.
- Habraken, N.J, (1981), *Variations: the Systematic Design of Supports*, Laboratory of Architecture and Planning, Cambridge.
- Hawkes, D, dan Foster, W, (2002), *Architecture, Engineering and Environment*, Laurence King Publishing, London, U.K.
- Hausladen, G, Saldanha, M, Liedl, P dan Sager, C. 2005. *Climate design : solution for building that can do more with less technology*, Birkhauser, Munich, German.
- Hyde, R., (2000), *Climate Responsive Design*, E&FN Spon, London.
- Jones, C, (1972), *Design Method*, Council of Industrial Design, London.
- Lang, J, (2010), *Functionalism Revisited*, Ashgate Publishing Company, USA.
- Lasa, H.S, (2007), *Manajemen Perpustakaan Sekolah*, Pinus Book Publisher, Yogyakarta.
- Lasa, H.S, (2005), *Manajemen Perpustakaan*, Gama Media, Yogyakarta.
- Laurens dan Marcella, J, (2004), *Arsitektur dan Perilaku Manusia*, Penerbit Grasindo, Jakarta.
- Lechner, N, (2014), *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*, Edition 4, John Wiley & Sons, United States.
- Lippsmeier, G, (1997), *Bangunan Tropis*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mangunwijaya, Y.B, (1980), *Pasal-pasal Penghantar Fisika Bangunan*, Gramedia, Jakarta.
- Nigel, C, (1994), *Engineering Design Method*, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- Neufert, E, (1993), *Data Arsitek, Jilid 1 Edisi Kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Nesbitt, K, (1965-1995), *Theorizing a New Agenda for Architecture : An Anthology of Architectural Theory*. Princeton Architectural Press, New York.
- Paramita, B, (2003), *Iklm dan Arsiitektur Di Indonesia*, Universitas Pendidikan Indonesia, Jakarta.
- Paul, G, dan Ackerknecht, D, (1993), *Climate Responsive Building*, SKAT, St. Gall.
- Plowright, P,D, (2014), *Revealing Architecture Design*, Routledge, New York.
- Richard M, Aynsley, WH dan Melbourne, B.J, Vickery, (1977), *Architectural Aerodynamics*. Applied Science Publishers, London.
- Saleh. Dkk, (1996), *Pengelolaan Terbitan Berseri*, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Siregar, B, (2008), *Gedung dan Perlengkapan Perpustakaan*, Program Studi Ilmu Perpustakaan Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sutarno, N.S, (2006), *Perpustakaan dan Masyarakat*. Ed. Rev., Sagung Seto, Jakarta.
- Sulistyo, B, (1993), *Pengantar Ilmu Perpustakaan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sulistiyo Basuki. (1993). *Pengantar Ilmu Perpustakaan*, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Sulistiyo, B, (1992), *Teknik dan Jasa Dokumentasi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sulistyo, B, (1991), *Pengantar Ilmu Perpustakaan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sullivan, L, (1979), *Kindergarten Chats and Other Writings*, Dover Publications, Inc., New York.
- Soeasiminah, (1992), *Perpustakaan Kepustakaan dan Pustakawan*, Gama Media, Yogyakarta.
- Soedibyo, N, (1987a), *Pengelolaan Perpustakaan*, Rineka Cipta, Bandung.
- Soedibyo, N, (1987b), *Media Teknik*, Edisi No. 2. Tahun IX, Rineka Cipta, Bandung.
- Terry, S, (1987), *Controlling Air Movement, A Manual for Architects and Builders*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Unwin, S, (1997), *Analysing Architecture*, Routledge, New York.

Ulrich K, Tillman K, Marcel, B, dan Thomas A. (2007), *Facades : principles of construction*. Birkhauser, Berlin, Germany.

Yeang, K, (1999), *The Green Skyscraper : The Basis for Designing Sustainable Intensive Building*, Prestel Verlag, New York.

Yeang, K, (1994), *Bioklimatic Skyscraper*, Artemis London Limited, London.

Yeang, K, (2006), *Ecodesign : A manual for Ecological Design*, Wiley-Academy, London.

Hamzah, Yeang, K, (2001), *Groundscrapers + Subscrapers*, Wiley-Academy, London.

Bolos, C.C, (2009), *Transitional Space In Acrchitecture : Elements and Profound Experiences*, Thesis, Ph.D., University of Utah, Amerika Serikat.

Listiani W, dan Novalinda, (2007), *Desin Ruang Perpustakaan*, Visi Pustaka Edisi, hal. 1-10

Depdikbud, (1994), *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Balai Pustaka, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia, (2014), *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tentang Kebijakan Energi Nasional*, Nomor 79, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, (2011), *Standar Nasional Indonesia Bidang Perpustakaan dan Kepustakawanan*, Perpustakaan nasional Republik Indonesia, Jakarta.

Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, (2011), *Standar Nasional Perpustakaan Bidang Perpustakaan Umum dan Perpustakaan Khusus*, Perpustakaan nasional Republik Indonesia, Jakarta.

Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, (2011), *Standar Nasional Perpustakaan Bidang Perpustakaan Sekolah dan Perpustakaan Perguruan Tinggi*, Perpustakaan nasional Republik Indonesia, Jakarta.

Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, (1999), *Pedoman Umum Penyelenggaraan Perpustakaan Umum*, Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Jakarta.

LAMPIRAN 1

DATA OKUPANSI PERHITUNGAN KEBUTUHAN RUANG

Perhitungan kebutuhan ruang baca

Jumlah mahasiswa Universitas Tadulako adalah 51.689 mahasiswa			
no	keterangan	sumber	perhitungan
1	Satu kursi pembaca untuk setiap 4 per FTE	ACRL	$51.689 : 4 = 12.922,25$
2	Satu tempat untuk mewakili per 15 di tempat lain	ACRL	$12.922,25 : 15 = 861,48$
	pebulatan		862 kursi
3	Standar kebutuhan satu pembaca 2.5m ²	ACRL	$862 \times 2.5\text{m}^2 = 2.155 \text{ m}^2$
Jumlah luasan minimum untuk ruang baca di perpustakaan Universitas Tadulako adalah 2.155 m²			

Perhitungan jumlah buku

no	keterangan	sumber	perhitungan
1	Jumlah buku wajib minimal 144 buku/prodi	DES	144 buku
2	Jumlah buku pengembangan 2 x 144 buku/prodi	DES	$2 \times 144 = 288$ buku
	Total kebutuhan untuk 1 prodi		$144 + 288 = 432$ buku
3	Jurnal 1 mahasiswa 1 jurnal	As	51.689 buku

Perhitungan kebutuhan buku

Universitas Tadulako memiliki 71 program studi			
no	keterangan	sumber	perhitungan
1	Buku wajib	DES	$71 \times 144 =$ buku
2	Buku pengembangan	DES	$71 \times 288 = 20.448$ buku
	Jumlah kebutuhan buku		$10.244 + 20.448 = 30.692$
3	Jurnal 1 mahasiswa 1 jurnal	As	51.689 buku

Perhitungan kebutuhan ruang penyimpanan buku

no	keterangan	sumber	perhitungan
1	Ruang penyimpanan buku 9 m ² / 1000 buku	ACRL	$30.692 = 3.6$
			$3.6 \times 9 \text{ m}^2 = 32.4 \text{ m}^2$
2	Ruang penyimpanan jurnal 17 m ² / 1000 buku	ACRL	$51.689 = 51.6$
			$51.6 \times 17 = 877 \text{ m}^2$
3	Ruang penyimpanan jurnal display 9 m ² / 1000 buku	ACRL	$51.689 = 51.6$
			$51.6 \times 9 = 464.4 \text{ m}^2$

ACRL : Association of College and Research Libraries

DES : Department Education and Science

NAD : Neufert Arch Data

TSS : Time Saver Standard

AJM : AJ Metric

MHB : Metric Handbook

PSBT : Panduan sistem bangunan tinggi

MAP : Manajemen Administrasi Perkantoran

As : Asumsi

BIOGRAFI



Penulis lahir pada 16 Oktober 1991 di Palu. Merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari ayah asli Tulungagung, Jawa Timur dan ibu asli Palu, Sulawesi Tengah. Menjalani pendidikan tingkat TK di TK Aisyah Palu, tingkat SD di SD Negeri 5 Palu, tingkat SMP di SMP Muhammadiyah 3 Yogyakarta, tingkat SMA di SMA Muhammadiyah 2 Yogyakarta, dan tingkat Sarjana di Universitas Islam Indonesia (UII) jurusan Arsitektur.

Setelah menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana, penulis bekerja sebagai Staff Perencanaan pada Agung Steel Construction yang merupakan perusahaan yang bekerja di bidang perbengkelan dan konstruksi baja di Palu, Sulawesi Tengah. Penulis juga pernah bekerja sebagai Pengawas dan Perencana pada Project Arsitektur pada PT. Duta Kiaty Sukma yang merupakan developer bangunan perkantoran dan perumahan di Palu, Sulawesi Tengah. Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan tingkat Magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dengan program mandiri dari ITS.