



TESIS PERANCANGAN - RA 142561

***FOTO-SYSTEM* BUATAN:  
EKOSISTEM HUTAN AUTOTROF DALAM PERANCANGAN  
KLINIK TUBERKULOSIS PARU**

JAROT WAHYONO  
3216207007

Dosen Pembimbing  
Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono  
Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT.

Program Magister  
Bidang Keahlian Perancangan Arsitektur  
Departemen Arsitektur  
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



TESIS PERANCANGAN - RA 142561

***FOTO-SYSTEM* BUATAN:  
EKOSISTEM HUTAN AUTOTROF DALAM PERANCANGAN  
KLINIK TUBERKULOSIS PARU**

**JAROT WAHYONO  
3216207007**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono  
Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT.**

**Program Magister  
Bidang Keahlian Perancangan Arsitektur  
Departemen Arsitektur  
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**



**TESIS DESIGN - RA 142561**

**ARTIFICIAL PHOTO-SYSTEM :  
AUTOTROPHIC FOREST ECOSYSTEM IN THE DESIGN  
OF PULMONARY TUBERCULOSIS CLINIC**

**JAROT WAHYONO  
3216207007**

**Supervisor  
Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono  
Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT.**

**Master Program  
Major in Architecture Design  
Department of Architecture  
Faculty of Architecture, Design and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2018**

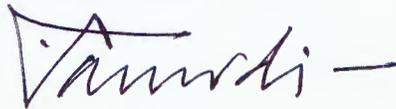
**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Arsitektur (M.Ars)**

**Di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

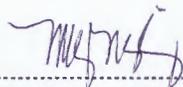
**Oleh;  
Jarot Wahyono  
NRP. 3216207007**

**Tanggal Ujian : 9 Januari 2018  
Periode Wisuda : Maret 2018**

Disetujui oleh:



1. Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono (Pembimbing I)  
NIP. 19610520 198601 1 001



2. Dr. Ir. Murni Rachmawati, MT (Pembimbing II)  
NIP. 19620608 198701 2 001



3. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D. (Penguji I)  
NIP. 19680425 199210 1 001

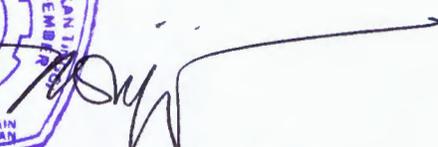


4. Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEEnv. (Penguji II)  
NIP. 19670301 199203 2 002



Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dekan



Ir. Purwanita Setijanti, MSc, PhD  
NIP. 19590427 198503 2 001

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Jarot Wahyono  
NRP Mahasiswa : 3216207007  
Program Studi : Magister (S2)  
Jurusan : Arsitektur

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

FOTO-SYSTEM BUATAN :  
EKOSISTEM HUTAN AUTOTROF DALAM PERANCANGAN KLINIK  
TUBERKULOSIS PARU

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

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

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

Surabaya, 24 Januari 2018

Yang membuat pernyataan



Jarot wahyono

NRP. 3216207007

(halaman ini sengaja dikosongkan)

# **FOTO-SYSTEM BUATAN: EKOSISTEM HUTAN AUTOTROF DALAM PERANCANGAN KLINIK TUBERKULOSIS PARU**

Nama Mahasiswa : Jarot Wahyono  
NRP : 3216207007  
Dosen Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono  
Co. Pembimbing : Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT.

## **ABSTRAK**

Indonesia menjadi negara dengan urutan kedua tertinggi kasus positif tuberkulosis seluruh dunia (*Global Tuberculosis Report, 2016*). Salah satu faktor penyebab meningkatnya penderita tuberkulosis adalah minimnya fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat. Pasien positif tuberkulosis mendapatkan perawatan di klinik kesehatan, Dilain sisi, keterbatasan biaya pada klinik menyebabkan fasilitas pencegahan penyakit menular sangat terbatas (*Curry International Tuberculosis Center, 2011*). Tujuan perancangan adalah menghasilkan konsep dan rancangan skematik yang dapat mencegah penularan bakteri pada klinik, serta memberikan kenyamanan bagi pasien tuberkulosis paru yang memiliki kebutuhan khusus.

Faktor alam merupakan salah satu alternatif dalam pencegahan penularan bakteri dengan biaya terbatas pada klinik. Faktor alam juga dapat memberikan dukungan psikologis terhadap pasien yang disebut sebagai *healing architecture*. Aplikasi unsur alam dalam arsitektur disebut *Biomimicry*. *Biomimicry* mengambil konsep alam untuk menyelesaikan permasalahan pada bangunan dengan menggunakan metode perancangan *Analogy*, serta didukung metode *Descriptive Model* dari Nigel cross untuk analisa permasalahan. Permasalahan utama yang muncul adalah rendahnya kadar oksigen dalam ruang yang mengurangi kenyamanan pasien akibat dari aplikasi strategi pencegahan penularan berupa aliran udara dalam ruang. Untuk meningkatkan kadar oksigen, digunakan konsep foto-system yang dapat menghasilkan oksigen bagi ruang melalui proses fotosintesis. Memperhatikan aspek kenyamanan dalam aplikasi sistem pencegahan penularan merupakan aspek khusus dari bangunan klinik tuberkulosis paru tersebut.

Hasil perancangan adalah konsep perancangan dan rancangan skematik dari klinik dengan menggunakan analogi proses fotosintesis untuk meningkatkan kadar oksigen dalam ruang sebagai strategi aktif, serta menggunakan komponen vegetasi dan massa bangunan sebagai strategi pasif untuk meningkatkan oksigen. Hasil perancangan sesuai dengan tujuan awal yaitu mencegah penularan bakteri melalui sistem penghawaan, serta tujuan mendukung kenyamanan pasien yang diwujudkan dalam sistem penghawaan ruang yang memiliki kadar oksigen tinggi. Konsep tersebut dapat diaplikasikan pada fasilitas kesehatan lain, sehingga dapat mendukung mengurangi resiko penularan pada klinik kesehatan.

**Kata Kunci** : *Biomimicry, Healing Architecture, Klinik Tuberkulosis Paru, Tanaman autotrof.*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

# **ARTIFICIAL PHOTO-SYSTEM: AUTOTROPHIC FOREST ECOSYSTEM IN THE DESIGN OF PULMONARY TUBERCULOSIS CLINIC**

By : Jarot Wahyono  
Student ID : 3216207007  
Supervisor : Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono  
Co-Supervisor : Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT.

## **ABSTRACT**

Indonesia became the second highest ranked country for tuberculosis positive cases worldwide (*Global Tuberculosis Report,2016*). One of the factors causing the increase of tuberculosis patient is the lack of public health service facility. The purpose of design is to generate concept and schematic design that can prevent bacterial transmission in the clinic, and provide comfort for patients with pulmonary tuberculosis who have special needs.

Natural factor is one of alternative in prevention of bacterial transmission with limited of clinical development cost. Natural factors can also provide psychological support to patients called *healing architecture*.The application of natural elements in architecture is called Biomimicry. Biomimicry takes the concept of nature to solve problems in buildings using *Analogy design method*, and supported by *Descriptive model method* from Nigel cross for problem analysis. The main problem that arises is the low levels of oxygen in the space that reduces patient comfort resulting from the application of prevention strategies in the form of indoor airflow. The concept of artificial photo-system is used as a concept of providing oxygen in space. Consider the convenience aspect in the application of transmission prevention system is a special aspect of the pulmonary tuberculosis clinic building.

The design result is the concept and schematic design of tuberculosis clinic that using the analogy of photosynthesis process to to increase oxygen levels in space as an active strategy, as well as using vegetation components and building masses as a passive strategy for increasing oxygen. The design results are aligned with the original goal of preventing bacterial transmission through the building's airflow system and building mass, as well as the objectives of supporting patient comfort embodied in indoor airflow systems with high oxygen content. The concept can be applied to other health facilities, so it can support reduce the risk of transmission in health clinics.

**Keyword** : Autotrophic Plants, Biomimicry, Healing Architecture, Pulmonary tuberculosis Clinic.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## KATA PENGANTAR

Segala Puji ke hadirat Allah SWT atas Rahmat, Nikmat dan Taufiknya, sehingga dapat diselesaikannya proposal tesis yang berjudul “Foto-system Buatan: Ekosistem Hutan Autotrof Dalam Perancangan Klinik Tuberkulosis Paru”. Tesis ini diajukan sebagai bagian dari tugas akhir dalam rangka menyelesaikan studi di Program Magister Arsitektur di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya bidang keahlian Perancangan Arsitektur.

Dalam penyelesaian tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulusnya kepada:

1. Dr.Ing.Ir. Bambang Soemardiono, selaku dosen pembimbing, atas segala bantuan, masukan dan nasehatnya yang membuat penulis lebih mudah dalam meluruskan pola pikir penulis, memahami metode, aplikasi analogi dalam konsep perancangan dan membuat konsep serta skematik design.
2. Dr.Ir. Murni Rachmawati, MT. selaku dosen pembimbing, yang telah banyak membantu penulis memahami lebih dalam tentang analogi hutan autotrof sebagai aspek utama tesis.
3. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D. selaku dosen penguji, yang telah banyak membantu penulis dalam aspek pendekatan biomimicry secara lebih detail dalam tesis, serta standart penulisan dalam tesis.
4. Dr.Ir. Asri Dinapradipta, MBEEnv., selaku dosen penguji, yang telah membantu penulis dalam metodologi perancangan, khususnya aspek analogi yang sangat membantu penulis.
5. Teristimewa kepada orang tua penulis ibu Siti Jumaidah yang selalu mendoakan penulis, sehingga penulis mendapatkan kemudahan dan ridha dari Allah SWT untuk menyelesaikan tesis ini dengan lancar.
6. Teristimewa kepada orang tua penulis bapak Rochmadi yang selalu memberikan motivasi dan pengorbanannya dari segi moril kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan ketenangan hati.

7. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan. Untuk itu saran dan kritik yang konstruktif sangat membantu agar tesis ini dapat menjadi lebih baik.

Surabaya, 10 Januari 2018

Jarot Wahyono

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Perancangan .....	5
1.4 Manfaat Perancangan .....	5
1.5 Batasan .....	6
1.6 Sasaran .....	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	7
2.1 Klinik Kesehatan Tuberkulosis Paru .....	7
2.1.1 Definisi Klinik Kesehatan .....	7
2.1.2 Definisi Tuberkulosis Paru .....	12
2.1.3 Program Ruang Klinik Kesehatan .....	20
2.2 Senyawa Oksigen .....	29
2.2.1 Oksigen & Pernafasan .....	29
2.2.2 Proses Fotosintesis .....	29
2.2.3 Tanaman Penghasil Oksigen Tinggi .....	30
2.2.4 Tanaman Air Penghasil Oksigen Tinggi .....	32
2.3 Komponen Ekosistem Hutan <i>Autotrof</i> .....	32
2.4.1 Pengertian Ekosistem .....	32
2.4.2 Komponen Autotrof .....	33

2.4	<i>Healing Architecture</i> .....	36
2.2.1	Definisi <i>Healing Architecture</i> .....	36
2.2.2	Komponen <i>Healing Architecture</i> .....	36
2.2.3	Pencahayaan Alami & <i>Healing Architecture</i> .....	37
2.2.4	Warna & <i>Healing Architecture</i> .....	39
2.2.5	Lansekap & <i>Healing Architecture</i> .....	41
2.5	<i>Biomimicry</i> .....	46
2.3.1	Pengertian <i>Biophilic</i> .....	46
2.3.2	Hubungan <i>Biophilic</i> dan <i>Biomimicry</i> .....	51
2.3.3	Pengertian <i>Biomimicry</i> .....	53
2.3.4	Klasifikasi <i>Biomimicry</i> .....	55
2.6	Kajian Preseden .....	59
2.5.1	Klinik Kesehatan & <i>Healing Architecture</i> .....	59
2.5.2	Bangunan & <i>Biomimicry</i> .....	62
2.7	Sintesa Komponen Obyek Bangunan Preseden.....	67
2.8	Kriteria Rancangan Umum .....	69
BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN .....		71
3.1	Metode Perancangan.....	71
3.2	Proses Perancangan Nigel Cross .....	71
3.3	Proses Perancangan Analogi.....	74
3.3.1	Proses Perancangan <i>Biomimetic</i> ( <i>Problem – Biologi</i> ).....	74
3.4	Proses Perancangan Gabungan .....	79
3.4.1.	Aplikasi Metode Pada Perancangan Klinik .....	82
BAB 4 ANALISA & HASIL PENELITIAN .....		83
4.1	Program Ruang .....	83
4.2	Zoning Ruang .....	89
4.3	Analisa Tapak .....	90
4.3.1	Analisa Pemilihan Tapak.....	90
4.3.2	Identifikasi Komponen Tapak .....	92
4.4	Proses <i>Survey</i> Rumah Sakit Paru Surabaya .....	93
4.5	Data <i>Survey</i> .....	95

4.6	Analisa Kebutuhan .....	99
4.6.1	Kebutuhan Dokter .....	99
4.6.2	Kebutuhan Staff Perawat.....	100
4.6.3	Kebutuhan Pasien.....	100
4.6.4	Kebutuhan Masyarakat Sekitar .....	101
4.7	Analisa Permasalahan .....	101
4.7.1	Permasalahan Penghawaan (Aliran Udara).....	102
4.7.2	Permasalahan Pencahayaan Alami.....	103
4.7.3	Permasalahan Kenyamanan Psikologis.....	103
4.8	Kriteria Khusus Perancangan .....	104
BAB 5 KONSEP PERANCANGAN.....		105
5.1	Pengantar Proses Perancangan.....	105
5.2	Konsep Foto-system Buatan .....	106
5.3	Konsep Aplikasi Vegetasi.....	116
5.4.1	Massa Bangunan .....	117
5.4.2	Konsep Pemilihan Vegetasi .....	122
5.4.3	Detailing Pemilihan Vegetasi .....	126
5.4	Evaluasi Perancangan .....	127
BAB 6 KESIMPULAN.....		129
6.1	Kesimpulan .....	129
6.2	Saran .....	131
DAFTAR PUSTAKA .....		135
LAMPIRAN.....		137

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ruang Konsultasi .....	8
Gambar 2.2	Ruang Sesi Kelompok .....	9
Gambar 2.3	<i>Wayfinding &amp; signase</i> .....	10
Gambar 2.4	Ruang Khusus Anak.....	11
Gambar 2.5	Proses Fotosintesis .....	29
Gambar 2.6	Lapisan Epidermis.....	34
Gambar 2.7	Lapisan Mesofil .....	35
Gambar 2.8	Komponen Bunga .....	35
Gambar 2.9	Diagram <i>Oswald</i> .....	40
Gambar 2.10	Pengaruh Landscape Pada Kondisi Stress Individu 1 .....	41
Gambar 2.11	Pengaruh Landscape Pada Kondisi Stress Individu 2 .....	42
Gambar 2.12	Pengaruh Landscape Pada Psikologis yang Positif .....	43
Gambar 2.13	Pengaruh Landscape Pada Kondisi Emosi Individu .....	43
Gambar 2.14	Aspek Pengalaman dan Komponen <i>Biophilic</i> .....	53
Gambar 2.15	<i>Design</i> Aplikasi Konsep Dasar Pada Bangunan .....	57
Gambar 2.16	Konsep Pengumpulan Air Dari Kumbang Namibia.....	58
Gambar 2.17	Sistem Penyesuaian Buakan Pada Sarang Untuk Penyesuaian Suhu .....	58
Gambar 2.18	Konsep Bangunan <i>Biomimicry</i> Ekosistem .....	59
Gambar 2.19	Sistem Elemen Bangunan .....	60
Gambar 2.20	Tampak Depan Caboolture Super Clinic .....	60
Gambar 2.21	Halaman Caboolture Super Clinic.....	61
Gambar 2.22	Interior Caboolture Super Clinic .....	61
Gambar 2.23	Warna Caboolture Super Clinic .....	61
Gambar 2.24	Tampak Depan <i>Mako X Hako</i> .....	61
Gambar 2.25	Interior <i>Mako X Hako</i> .....	62
Gambar 2.26	Vegetasi <i>Mako X Hako</i> .....	62
Gambar 2.27	Tampak <i>Forest Clinic</i> .....	62
Gambar 2.28	Interior <i>Forest Clinic</i> .....	63
Gambar 2.29	Hall <i>Forest Clinic</i> .....	63

Gambar 2.30	Tampak Eastgate Center .....	63
Gambar 2.31	Konsep Penghawaan .....	64
Gambar 2.32	Transfer Ide Sarang Semut .....	64
Gambar 2.33	Tampak Esplanade Theatres of The Bay .....	65
Gambar 2.34	Konsep Esplanade Theatres of The Bay .....	65
Gambar 2.35	Aspek Visibilitas Esplanade Theatres of The Bay .....	65
Gambar 2.36	Tampak Firma Casa Store .....	66
Gambar 2.37	Konsep Firma Casa Store .....	66
Gambar 2.38	Aplikasi Konsep Firma Casa Store .....	66
Gambar 2.39	Tampak Manuel Gea Gonzales Hospital .....	67
Gambar 2.40	Fasad Manuel Gea Gonzales Hospital .....	67
Gambar 2.41	Sistem Kerja Titanium Dioksida Manuel Gea Gonzales Hospital .....	68
Gambar 2.42	Aplikasi Titanium Dioksida .....	68
Gambar 3.1	Metode Perancangan <i>Deskriptif Model</i> .....	73
Gambar 3.2	<i>Biomimetic Design Process</i> .....	76
Gambar 3.3	<i>Design Proses</i> Gabungan .....	81
Gambar 4.1	Zonasi Lantai 1 Bangunan .....	90
Gambar 4.2	Zonasi Lantai 2 Bangunan .....	90
Gambar 4.3	Lokasi Tapak .....	92
Gambar 4.4	Luasan Tapak .....	93
Gambar 5.1	Analogi Perancangan .....	105
Gambar 5.2	Proses Transfer Analogi System .....	108
Gambar 5.3	Siklus Analogi Foto-system Buatan .....	110
Gambar 5.4	Penempatan Peralatan Mekanis 1 .....	112
Gambar 5.5	Penempatan Peralatan Mekanis 2 .....	112
Gambar 5.6	Aplikasi Analogi Foto-system Buatan 1 .....	113
Gambar 5.7	Aplikasi Analogi Foto-system Buatan 2 .....	116
Gambar 5.8	Aplikasi Ananlogi Foto-system Buatan Pada Atap .....	114
Gambar 5.9	Aplikasi Analogi Pada Denah Lantai 1 .....	115
Gambar 5.10	Potongan Vertikal Bunga Menjadi Acuan Dari Potongan..	121
Gambar 5.11	Potongan Horizontal Bunga Menjadi Acuan Denah .....	121

Gambar 5.12	Kebutuhan Pohon .....	123
Gambar 5.13	Aplikasi Vegetasi 1 .....	123
Gambar 5.14	Aplikasi Vegetasi 2 .....	124
Gambar 5.15	Aplikasi Vegetasi 3 .....	125
Gambar 5.16	Aplikasi Vegetasi 4 .....	125
Gambar 5.17	Aplikasi Vegetasi 5 .....	126
Gambar 5.18	Penempatan Komponen .....	126

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Program Ruang Klinik Kesehatan Type 1 .....	21
Tabel 2.2	Program Ruang Klinik Kesehatan Type 2 .....	21
Tabel 2.3	Program Ruang Klinik Kesehatan Type 3 .....	22
Tabel 2.4	Program Ruang Kelompok Administrasi.....	23
Tabel 2.5	Program Ruang Kelompok Pelayanan Pasien .....	24
Tabel 2.6	Program Ruang Kelompok Service Staff Penangana2 Medis .....	25
Tabel 2.7	Program Ruang Kelompok Service Staff Kesekretariatan .....	26
Tabel 2.8	Program Ruang Kelompok Fasilitas khusus Laboratorium ....	27
Tabel 2.9	Program Ruang Kelompok Fasilitas khusus Radiologi (X-Ray) .....	28
Tabel 2.10	Kategori Tanaman Pohon pereduksi CO .....	29
Tabel 2.11	Kategori Tanaman Perdu Pereduksi 31	
Tabel 2.12	Kategori Tanaman Semak Pereduksi CO .....	31
Tabel 2.13	Tanaman Air Penghasil Oksigen Tinggi .....	32
Tabel 2.14	Pengaruh Posisi Rawat Inap Terhadap Waktu Rawat .....	38
Tabel 2.15	CO Pengaruh Cahaya Alami Pada kenyamanan Pasien & Staff.....	39
Tabel 2.16	Level Dan Dimensi <i>Biomimicry</i> .....	56
Tabel 2.17	Sintesa Komponen Obyek Bangunan Preseden Klinik.....	68
Tabel 2.18	Sintesa Komponen Obyek Bangunan Preseden <i>Biomimicry</i> ..	69
Tabel 3.1	Strategi Analisa Sumber Biologis .....	77
Tabel 3.2	<i>Analogy</i> Bagian Biologi Dalam Aspek teknologi.....	79
Tabel 3.3	Design Process Gabungan .....	80
Tabel 3.4	Aplikasi Metode.....	82
Tabel 4.1	Tabel Perbandingan Ruang .....	83
Tabel 4.2	Tabel Perbandingan Luasan Ruang .....	85
Tabel 4.3	Tabel Program Ruang Klinik .....	87
Tabel 4.4	Zonasi Ruang Klinik .....	89

Tabel 4.5	Tabel Perbandingan Luasan Area & Jumlah Fasilitas Kesehatan.....	91
Tabel 4.6	Hasil Wawancara Dokter Spesialis Tb Paru .....	96
Tabel 4.7	Hasil Wawancara Staff Perawat Tb Paru .....	97
Tabel 4.8	Hasil Wawancara Pasien Tb Paru .....	98
Tabel 4.9	Hasil Wawancara Masyarakat Sekitar RS Paru Surabaya .....	99
Tabel 4.10	Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Dokter .....	99
Tabel 4.11	Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Staff Perawat .....	100
Tabel 4.12	Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Pasien.....	100
Tabel 4.13	Tabel Aspek Kebutuhan subyek Masyarakat Sekitar.....	101
Tabel 4.14	Analisa Permasalahan Pada Penghawaan Bangunan .....	102
Tabel 4.15	Analisa Permasalahan Pencahayaan Alami.....	103
Tabel 5.1	<i>Direct Analogy</i> Tanaman <i>Autotrof</i> .....	107
Tabel 5.2	Kebutuhan Perangkat Konsep Foto-system .....	111
Tabel 5.3	Aplikasi Analogi Kelopak Bunga .....	117
Tabel 5.4	Perbandingan Kelompok Vegetasi .....	122
Tabel 5.5	Evaluai perbandingan hasil perancangan .....	127

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Layout Plan.....	135
Lampiran 2	Tampak Bangunan.....	135
Lampiran 3	Perspektif Bangunan 1.....	136
Lampiran 4	Perspektif Bangunan 2.....	136
Lampiran 5	View Jembatan .....	136
Lampiran 6	Denah Lantai 1 .....	137
Lampiran 7	Denah Lantai 2 .....	138
Lampiran 8	Potongan A-A .....	139
Lampiran 9	Potongan B-B .....	140
Lampiran 10	Tampak Barat Laut.....	141
Lampiran 11	Tampak Barat Daya.....	142

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia berada pada urutan kedua tertinggi kasus positif tuberkulosis seluruh dunia berdasarkan *Global Tuberculosis Report 2016* dari WHO. Menurut data tersebut, jumlah penderita tuberkulosis di Indonesia mencapai 10 % dari seluruh penderita tuberkulosis dunia. Angka penderita baru tuberkulosis berjumlah 331.119 dan angka kematian mencapai 100.000 orang pada 2015. Dari data tersebut, angka kematian penduduk mencapai 40 orang meninggal setiap 100.000 penduduk Indonesia secara keseluruhan.

Penyebab meningkatnya penderita tuberkulosis dipengaruhi oleh faktor karakteristik individu, memburuknya kondisi sosial ekonomi, lingkungan fisik yang kurang memadai, belum optimalnya fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat, meningkatnya jumlah penduduk yang tidak mempunyai tempat tinggal dan adanya epidemi dari infeksi HIV. Level imunitas individu yang lemah/menurun, virulensi dan jumlah kuman merupakan faktor utama dalam terjadinya infeksi TBC (Girsang, 2011).

Belum optimalnya fasilitas kesehatan terkait penyakit tuberkulosis menjadi salah satu faktor penyebab meningkatnya kasus tuberkulosis di Indonesia, khususnya pada fasilitas kesehatan dibawah rumah sakit (klinik). Pasien yang positif terkena tuberkulosis sering mendapatkan perawatan di klinik sebelum diagnosis dan mendapat pengobatan, sehingga bakteri dari tuberkulosis dapat mencemari klinik tersebut. Dilain sisi, fasilitas klinik dan pemasangan ventilasi khusus untuk mendukung pencegahan penyakit menular sangat terbatas (*Curry International Tuberculosis Center, 2011*). Minimnya fasilitas pendukung terhadap pencegahan penularan bakteri tuberkulosis membuat klinik kesehatan menjadi lokasi penularan dari bakteri tersebut.

Dibutuhkan banyak fasilitas pendukung dalam menanggulangi penularan bakteri tuberkulosis pada fasilitas kesehatan, diantaranya sistem ventilasi terpusat, sistem tekanan negatif pada ruang, *ultraviolet germicidal irradiation* (UVGI), *upper air UVGI* dan sistem filter udara *high-efficiency particulate air* (HEPA).

Namun, terdapat alternatif khusus dalam menanggulangi penularan bakteri tuberkulosis pada klinik kesehatan. Salah satu langkah untuk mencegah penularan bakteri tuberkulosis pada klinik kesehatan adalah dengan menggunakan faktor alam.

Penggunaan komponen alam pada fasilitas kesehatan telah banyak diaplikasikan pada konsep bangunan kesehatan terdahulu. Bangunan tersebut mewujudkan konsep alam dengan jalan menempatkan bangunan pada daerah dengan jumlah vegetasi yang tinggi, sehingga pengguna bangunan dapat merasakan langsung manfaat dari vegetasi di sekitar bangunan. Pemilihan lokasi juga dipengaruhi oleh aspek penularan penyakit terhadap lingkungan sekitar. Jumlah vegetasi yang banyak disekitar bangunan dapat memisahkan bangunan klinik dengan permukiman penduduk, sehingga bakteri dan penyakit tidak menyebar menuju permukiman. Strategi dengan menggunakan komponen alam tersebut disebut sebagai strategi pasif.

Dengan adanya perkembangan teknologi, konsep pengembangan bangunan kesehatan bergerak menuju konsep bangunan yang memanfaatkan komponen mekanis untuk memenuhi kebutuhan pencegahan penularan. Penggunaan komponen mekanis tersebut dipakai sebagai respon dari kondisi perkotaan yang tidak memungkinkan penggunaan strategi pasif, terkait dengan ketersediaan vegetasi pada daerah perkotaan. Penggunaan komponen mekanis untuk mendukung bangunan disebut sebagai strategi aktif. Strategi tersebut membutuhkan komponen yang bersifat khusus, serta membutuhkan energi dalam proses pengoperasian. Akibatnya, kebutuhan energi pada bangunan semakin meningkat dan berpengaruh pada aspek pembiayaan bangunan dan kesehatan lingkungan secara luas.

Kondisi tapak berada pada daerah perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi dan vegetasi minim. Konsep pengembangan bangunan dengan strategi aktif dalam pencegahan penularan sangat dibutuhkan pada kondisi lingkungan yang minim vegetasi. Namun, penggunaan strategi pasif sangatlah penting untuk meminimalisasi penggunaan energi pada bangunan dan mendukung kondisi lingkungan sekitar yang padat penduduk. Komponen vegetasi dari bangunan dapat memberikan manfaat positif dengan memberikan suplai oksigen pada bangunan sekitar.

Selain berguna dalam mencegah penularan bakteri tuberkulosis, faktor alam juga memberikan dukungan psikologis bagi pasien. Sebuah lingkungan fisik memiliki pengaruh pada pemikiran, perasaan, serta perilaku manusia (Debri, 2013). Penggunaan aspek alam untuk mendukung kesehatan pasien disebut sebagai *healing architecture*.

Menurut Hosking & Haggard (1999), komponen *healing architecture* adalah material bangunan, warna, seni dan dekorasi, pencahayaan alami, tampilan interior, lansekap dan faktor manusia. Aspek pencahayaan alami menjadi faktor utama dalam mencegah penularan bakteri tuberkulosis, sedangkan faktor warna berperan besar dalam mendukung kondisi psikologis pasien. Aspek lansekap mengarahkan aspek *healing architecture* pada aspek alam. Aspek alam menyimpan konsep-konsep alam yang dapat dikembangkan untuk dipakai sebagai solusi dari permasalahan bangunan. Pendekatan dengan memperhatikan konsep alam sebagai dasar dari bangunan disebut *biomimicry*

Konsep *biomimicry* merupakan pengembangan ide-ide inspirasi dari alam dan transfer mereka untuk membuat solusi desain yang berkelanjutan. Hewan, tumbuhan dan mikroba adalah insinyur terampil. Mereka telah menemukan sesuatu yang berhasil, sesuatu yang pantas dan yang paling penting, sesuatu yang berlangsung di bumi (Benyus,1997). Konsep *biomimicry* mengarahkan pada strategi yang dapat digunakan dalam mencegah penularan bakteri tuberkulosis dalam bangunan dan mendukung psikologis pasien dengan menggunakan elemen alam.

Proses identifikasi obyek mimicing difokuskan pada fungsi alam yang dapat mendukung aspek peningkatan oksigen dalam ruang sebagai komponen penunjang kenyamanan dan kesehatan pasien. Karakter utama dari hutan *autotrof* adalah kemampuan dari tanaman *autotrof* yang dapat menghasilkan makanan secara mandiri. Proses menghasilkan makanan pada tanaman diproses dengan memanfaatkan komponen lingkungan (matahari, air dll) untuk menghasilkan makanan melalui proses fotosintesis. Selain menghasilkan makanan, proses fotosintesis pada tanaman autotrof juga dapat menghasilkan oksigen. Senyawa oksigen tersebut dapat digunakan untuk mendukung kenyamanan dan menunjang kesembuhan pasien.

Penggunaan komponen oksigen untuk mendukung kesehatan pengguna bangunan telah banyak diaplikasikan dalam bangunan kesehatan. *Caboolture Super clinic* di Australia menggunakan komponen vegetasi dalam bangunan untuk memberikan pengaruh positif pada pasien yang diwujudkan dalam aplikasi halaman pada ruang dalam klinik. Area tersebut difungsikan pula sebagai tempat berkumpul dan bersosialisasi bagi pengguna bangunan, sehingga komponen vegetasi dapat bermanfaat secara langsung terhadap pengguna bangunan. Pada *Maro X Hako* di Jepang, aplikasi komponen vegetasi bertugas sebagai komponen pembentuk suasana pada bangunan, sehingga manfaat yang diambil terbatas pada aspek visual dari vegetasi. Karena fungsi vegetasi hanya sebatas pembentuk suasana ruang, maka keberadaan vegetasi bersifat minim dan hanya diletakkan pada posisi yang berhadapan langsung dengan jendela dari ruang periksa. Pada *Forest Clinic* di Jepang, bangunan klinik mengoptimalkan visual dari vegetasi sekitar terhadap pengguna bangunan. Aplikasi dinding kaca membuat komponen vegetasi diluar bangunan menjadi lebih dekat dan memberikan pengaruh psikologis yang positif terhadap pengguna bangunan. Bangunan tersebut menggunakan komponen mekanis dalam mendukung pencegahan penyakit, sehingga bangunan memiliki sifat tertutup secara fisik namun terbuka secara visual.

Dari segi manfaat pada beberapa preseden bangunan tersebut, dapat ditarik pendapat bahwa aspek manfaat yang dipakai dari komponen vegetasi sangat terbatas pada aspek visual dari vegetasi. Manfaat positif lain dari vegetasi sangat dibatasi dan tidak dapat mendukung bangunan secara optimal. Aspek pembaruan dalam tesis perancangan ini adalah penggunaan komponen vegetasi dengan memanfaatkan oksigen dari vegetasi tersebut untuk mendukung kondisi fisik pasien secara langsung. Aplikasi vegetasi memberikan manfaat ganda dengan memberikan kenyamanan visual dan dukungan penghawaan pada bangunan.

Dari segi strategi pencegahan penularan, sebagian besar bangunan menggunakan strategi aktif untuk mendukung pencegahan penularan dan vegetasi pada bangunan tidak berperan dalam proses pencegahan penularan. Pembaruan tesis dalam aspek penanggulangan penularan adalah aplikasi strategi pasif pada bangunan dengan kondisi lingkungan minim vegetasi. Strategi pasif akan

dikombinasikan dengan strategi aktif untuk mendukung komponen penanggulangan penularan yang tidak dapat dikontrol oleh strategi pasif.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Dari analisa tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa permasalahan yang diselesaikan dalam proses perancangan yaitu:

- 1 Strategi pencegahan penularan pada klinik kesehatan di daerah perkotaan identik dengan strategi aktif terkait keterbatasan vegetasi. Namun, penggunaan strategi aktif tersebut menyerap energi yang besar dalam proses pengoperasian. Dibutuhkan strategi pencegahan penularan penyakit tuberkulosis dengan penggunaan energi yang sedikit.
- 2 Komponen oksigen diperlukan oleh pasien tuberkulosis, namun sumber penghasil komponen oksigen sangat terbatas pada daerah perkotaan. Dibutuhkan strategi khusus untuk menghasilkan oksigen pada daerah perkotaan yang minim vegetasi.

Pertanyaan perancangan yang muncul dari rumusan masalah adalah bagaimana perancangan klinik tuberkulosis paru yang mendukung penanggulangan penularan dengan menggunakan energi yang minim, serta mampu mendukung ketersediaan oksigen dalam udara yang bersih dan berkualitas pada daerah perkotaan yang padat penduduk dan minim vegetasi.

## **1.3 Tujuan Perancangan**

Tujuan dari proses perancangan adalah menghasilkan konsep dan rancangan skematik klinik kesehatan yang minim energi dalam proses penanggulangan penularan, serta berperan dalam menyediakan oksigen yang bersih pada kondisi perkotaan yang padat penduduk dan minim vegetasi.

## **1.4 Manfaat Perancangan**

Manfaat penulisan antara lain:

1. Manfaat teoritis: Memberikan masukan berupa penerapan teori pada pemecahan masalah dalam proses perencanaan klinik dengan pendekatan

*biomimicry & healing architecture* yang ditujukan bagi dinas kesehatan dan organisasi kesehatan yang terkait dengan penyakit tuberkulosis paru.

2. Manfaat praktis: Memberikan kontribusi bagi fasilitas kesehatan tuberkulosis, khususnya klinik kesehatan berupa usulan tentang bangunan klinik kesehatan dengan pendekatan *biomimicry & healing architecture*.

### **1.5 Batasan**

Batasan perancangan difokuskan pada pencegahan resiko penularan pada klinik dan peningkatan kadar oksigen pada bangunan.

### **1.6 Sasaran Perancangan**

Sasaran dari proses perancangan dibagi menjadi tiga aspek utama yaitu:

1. Menemukan aspek arsitektural/bangunan yang berpengaruh pada penyakit tuberkulosis paru dan oksigen.
2. Menyusun kriteria-kriteria yang dipengaruhi oleh aspek tuberkulosis, klinik kesehatan, oksigen dan *biomimicry*.
3. Menghasilkan konsep dan rancangan skematik bangunan klinik tuberkulosis yang dapat mencegah penularan bakteri tuberkulosis dengan energi yang minim, serta mampu menyediakan oksigen yang bersih untuk bangunan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Klinik Kesehatan Tuberkulosis Paru**

##### **2.1.1 Definisi Klinik Kesehatan**

Klinik adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan yang menyediakan pelayanan medis dasar dan/atau spesialisik (Permenkes No 9 tahun 2014).

Berdasarkan jenis pelayanan, Klinik dibagi menjadi:

- a. Jenis klinik pratama: merupakan klinik yang menyelenggarakan pelayanan medik dasar dan umum.
- b. Jenis klinik utama: merupakan klinik yang menyelenggarakan pelayanan medik spesialisik atau pelayanan medik dasar & spesialisik.

Persyaratan lain yang mengikat klinik kesehatan yaitu aspek bangunan klinik yang bersifat permanen dan tidak tergabung fisik dengan bangunan tempat tinggal perorangan. Kepemilikan klinik dapat dimiliki oleh pemerintah, pemerintah daerah, atau masyarakat. Untuk fasilitas klinik rawat jalan dapat didirikan oleh perorangan atau badan usaha, sedangkan fasilitas rawat inap harus didirikan oleh badan hukum. Persebaran klinik diatur oleh pemerintah daerah kabupaten/kota dengan memperhatikan kebutuhan pelayanan kesehatan berdasarkan rasio jumlah penduduk.

##### **A. Klinik dengan konsep *patient-centered***

Konsep *Patient-centered* merupakan model perawatan yang difokuskan untuk memperkuat hubungan antara dokter dan pasien dengan mengganti konsep pelayanan kesehatan secara umum, dengan konsep pelayanan kesehatan yang memiliki hubungan jangka panjang kepada dokter. Dengan menggunakan konsep pelayanan jangka panjang yang mengutamakan hubungan dokter dan pasien, pelayanan pasien lebih terkordinasi pada masa perawatan. Efektifitas perawatan meningkat dengan pemahaman riwayat penyakit dari dokter yang melakukan pelayanan kesehatan.

Menurut buku “*Design Considerations for Collaborative Care : The Physical Environment of a Patient-Centered Medical Home*” oleh *Boulder associates*, terdapat sepuluh tujuan desain untuk rumah sakit yang berpusat pada pasien yaitu :

1. *Encourage and enable team-based care collaboration*

Perawatan berbasis kelompok adalah prinsip dasar model klinik kesehatan yang berpusat pada pasien. Jenis perawatan ini mengharuskan staff pelayanan kesehatan untuk berkomunikasi secara terus menerus sebagai sarana berbagi informasi dan gagasan mengenai kebutuhan pasien, kelompok pasien, atau keluarga. Dalam model ini, dokter beralih dari peran "koordinator kelompok", berkembang melampaui gagasan menjadi "solo expert".

2. *Engage the patient as part of the care team by making work and collaboration visible*



**Gambar 2.1 Ruang konsultasi (Boulder Associate,2013)**

Dalam konsep *medical center* yang berpusat pada pasien, pasien diharapkan dapat berbagi tanggung jawab dalam perawatan mereka. Untuk mendorong peran pasien dalam kelompok perawatan, penting bagi pasien untuk melihat pekerjaan yang dilakukan oleh staff medis dalam mengupayakan kesehatan. Merancang ruang terhubung dimana proses kerja kelompok perawatan dibuat terlihat oleh pasien memungkinkan adanya hubungan visual antara pasien dan staff medis.

3. *Leverage peer empathy and support for chronic disease management through group exchange*

Kondisi kronis menyumbang 75% biaya kesehatan. Rumah sakit yang berpusat pada pasien dapat menangani hal ini secara efektif dengan melibatkan pasien dalam kunjungan dan sesi kelompok. Sesi kelompok sebaya yang diarahkan ini memberikan dukungan emosional dan informasi yang membantu pasien bertanggung jawab untuk merawat kondisi mereka yang serupa. Ruang untuk mengakomodasi kunjungan ini perlu disediakan, dengan persyaratan tambahan dari ruang pribadi yang berdekatan untuk ujian atau percakapan satu lawan satu.



**Gambar 2.2 Ruang sesi kelompok (Boulder Associate,2013)**

4. *Accommodate fluctuations in patient visit types through flexible design*

Merancang ruang ujian yang dapat mengakomodasi berbagai pelayanan kesehatan akan memberikan fleksibilitas praktik dalam proses pelayanan kesehatan tambahan tanpa memerlukan ruang khusus yang terpisah. Manfaat tambahan untuk ruangan yang fleksibel adalah memungkinkan adanya fungsi yang lebih banyak di setiap ruangan, seperti pengambilan darah, skrining gigi dan pendidikan pasien

5. *Engage and empower by creating sense of place with inclusive wayfinding and graphics*

Aplikasi *wayfinding*, *signage* dan grafis yang disesuaikan untuk akomodasi kebutuhan pasien secara keseluruhan tidak hanya mengatasi kemudahan akses, namun dapat secara aktif mempromosikan inklusi dan mendorong perasaan mendukung masyarakat. Hal tersebut mendorong keterlibatan dan aktivasi untuk berpartisipasi dalam komunitas perawatan mereka.



**Gambar 2.3 Wayfinding & signage (Boulder Associate,2013)**

6. *Create a physically and emotionally safe environment*

Hal utama yang dipertimbangkan adalah keselamatan fisik dan keamanan emosional. Sifat mendasar dari fasilitas kesehatan berarti pertimbangan bagi orang lemah. Koridor panjang, akses yang buruk dan jalan yang aneh merupakan hambatan bagi orang lemah dan merupakan bagian dari kondisi menghalangi kunjungan masa depan, serta membahayakan kelangsungan perawatan. Hal ini dapat terjadi jika pasien merasa bahwa mereka dapat berbagi keprihatinan mereka di lingkungan

yang aman. Privasi pasien dalam bentuk kontrol akustik yang baik menjadi kunci rasa aman emosional pasien.



**Gambar 2.4 Ruang khusus anak (Boulder Associate,2013)**

7. *Make it comfortable and inviting*

Praktik tersebut memberi pasien lingkungan yang mengurangi stres daripada meningkatkannya. Hal tersebut mengarahkan pada penyediaan tempat untuk keluarga dan anak-anak, seperti area untuk anak-anak di ruang tunggu atau tempat duduk bangku di ruang periksa untuk anggota keluarga.

8. *Plan for a flow that engenders a reliable and complete clinical experience*

Pengujian diagnostik adalah komponen penting perawatan primer yang menjadi salah satu aspek yang sering dilewatkan oleh pasien apabila mereka merasa tidak nyaman atau tidak perlu saat berada dalam situasi yang tidak akut. Namun, penyedia layanan medis berpusat pada pasien

memerlukan pengujian diagnostik untuk mendapatkan gambaran kesehatan keseluruhan yang akurat sehingga memungkinkan mereka untuk secara efektif mengelola perawatan pasien.

9. *Provide integrated and seamless process for continuing and follow-up care*

Perancangan untuk checkout di dalam kamar memungkinkan tim penyedia untuk memastikan bahwa pasien diberitahu tentang layanan dan sumber daya pasca kunjungan, serta dapat dipercaya untuk mengikuti kunjungan pasca rawat pasien. Langkah terakhir ini seringkali dilewatkan dengan checkout terpisah dan menyepelekan pemeriksaan pasca rawat.

10. *Provide care coordination and bridge to other services to allow for one-stop service*

Koordinasi perawatan meluas ke layanan di luar praktik. Fasilitas kesehatan yang berpusat pada pasien secara ideal akan menyediakan koordinator navigator/perawatan pasien yang membantu pasien terhubung ke layanan seperti pemeriksaan rutin, transportasi, perawatan, dan dukungan finansial.

### **2.1.2 Definisi Tuberkulosis Paru**

#### **A. Penyebab Penyakit Tuberculosis Paru**

Tuberculosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman *mycobacterium tuberculosis*. Sebagian besar kuman TB menyerang paru, namun dapat menyerang organ tubuh lain seperti kulit, ginjal, usus, tulang, selaput otak dan lain-lain. Penularan penyakit ini terutama terjadi melalui udara, sehingga tuberkulosis paling sering ditemui terjadi di paru (Aditama,1994).

Sifat khusus dari kuman *mycobacterium tuberculosis* antara lain:

1. Kuman *mycobacterium tuberculosis* cepat mati dengan sinar matahari langsung dan dapat bertahan hidup beberapa jam pada area yang gelap dan lembab. Kuman ini dapat tertidur lama dalam jaringan tubuh selama beberapa tahun (Depkes RI,2002).
2. Waktu penggandaan dari kuman *mycobacterium tuberculosis* adalah 12 jam atau lebih dan berkembang dengan baik pada suhu 22°C (Jawetz,1982).

3. Kuman *mycobacterium tuberculosis* mudah mati pada air mendidih pada suhu 80°C dalam jangka waktu 5 menit dan 60°C dalam jangka waktu 20 menit. Biasanya bakteri tuberkulosis bertahan hidup hingga berbulan-bulan pada suhu ruangan yang lembab (Tanjung,2010).

Dari sifat tersebut maka dapat ditarik pendapat bahwa cara penanggulangan kuman penyebab TB paru adalah dengan mengkondisikan ruang pada area pencahayaan alami dengan kondisi suhu dibawah 22°C, serta menghindari area ruangan yang gelap dan lembab.

#### B. Proses Penyebaran Penyakit Tuberculosis Paru

Menurut departemen kesehatan republik Indonesia (2008), karakter penularan dari penyakit tuberkulosis antara lain:

1. Sumber penularan adalah pasien TB BTA positif.
2. Pada waktu batuk atau bersin, pasien menyebarkan kuman ke udara dalam bentuk percikan dahak (*droplet nuclei*).
3. Umumnya penularan terjadi dalam ruangan dimana percikan dahak berada dalam waktu yang lama. Ventilasi dapat mengurangi percikan, sementara sinar matahari langsung dapat membunuh kuman.
4. Daya penularan pasien ditentukan oleh banyaknya kuman yang dikeluarkan dari parunya.
5. Faktor yang memungkinkan seseorang terjangkit kuman TB ditentukan oleh konsentrasi percikan dalam udara dan lamanya menghirup udara tersebut.

Penyakit tuberkulosis paru berkembang dengan adanya penularan dari penderita Tb paru yang positif mengidap penyakit tersebut. Penderita Tb paru mengalami batuk akibat respon dari penyakit, batuk tersebut selanjutnya melepaskan dahak yang mengandung kuman *mycobacterium tuberculosis* pada lingkungan sekitar berupa partikel yang sangat kecil (*aerosol*).

Kuman yang sangat kecil tersebut masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan dan dapat menyebar ke bagian tubuh lain melalui system peredaran darah, system saluran limpa, saluran nafas, atau penyebaran langsung ke bagian-bagian tubuh lainnya

Setelah sampai pada paru-paru, kuman *mycobacterium tuberculosis* mengalami pertumbuhan dan perkembangbiakan yang berakibat pada kerusakan jaringan paru. Kerusakan akibat kuman tersebut berupa jaringan/sel-sel mati dari komponen paru-paru yang diupayakan oleh paru-paru untuk dikeluarkan dengan reflek batuk. Dahak dari batuk tersebut menjadi khas, yaitu mengandung zat-zat kekuning-kuningan berbentuk butir-butir /gumpalan dengan banyak kuman TB di dalamnya (Danasantoso,2001).

Setiap penderita positif tuberkulosis paru memiliki intensitas penularan yang berbeda satu sama lain berkaitan dengan intensitas kuman yang dikeluarkan dari paru-paru melalui batuk dan dahak. Faktor utama yang menjadi perhatian khusus adalah kuman pada dahak pasien yang dapat bertahan dalam suhu ruangan selama beberapa jam.

### C. Faktor lingkungan fisik terkait penularan tuberkulosis

#### 1. Kondisi fisik rumah

Menurut Mukono (2000), diperlukan aspek kesehatan dari perumahan agar dapat menjamin kesehatan penghuninya, yaitu:

- Memenuhi kebutuhan fisiologis

Secara fisik kebutuhan fisiologis meliputi kebutuhan suhu dalam rumah yang optimal, pencahayaan yang optimal, perlindungan terhadap kebisingan, ventilasi memenuhi persyaratan dan tersedianya ruang yang optimal untuk bermain anak.

- Memenuhi kebutuhan psikologis

Kebutuhan psikologis berfungsi untuk menjamin “*privacy*” bagi penghuni rumah. Perlu adanya kebebasan pada kehidupan keluarga untuk tinggal secara normal di rumah, diatur agar memenuhi unsur keindahan, serasi sehingga penghuni akan merasa senang tinggal di dalam rumah.

- Perlindungan terhadap penularan penyakit

Rumah harus dilengkapi dengan sarana air bersih, fasilitas pembuangan air kotor, fasilitas penyimpanan makanan, menghindari adanya intervensi dari serangga dan hama atau hewan lainnya yang dapat menularkan penyakit.

- Perlindungan/pencegahan terhadap bahaya kecelakaan dalam rumah

Konstruksi rumah harus kuat, aman dan memenuhi syarat kesehatan untuk menghindari terjadinya kecelakaan, terjatuh, bahaya kebakaran dan lain-lain.

## 2. Pencahayaan

Sinar matahari langsung dapat membunuh bakteri tuberkulosis paru dalam 5 menit (Crofton,2002). Penggunaan cahaya alami pada ruangan dapat meningkatkan suhu dan mengurangi kelembapan pada ruang. Dengan kondisi suhu ruangan dibawah 22 derajat celsius dapat membunuh kuman Tb agar tidak menular pada individu lain. Cahaya yang banyak menyilaukan mata sedangkan jumlah cahaya yang sedikit mengakibatkan mudahnya kuman untuk hidup dan berkembang (Notoatmojo,1997).

## 3. Penghawaan / ventilasi

Ventilasi rumah mempunyai banyak fungsi (Notoadmojo,2003; Ranson,2002) antara lain :

- Menjaga agar aliran udara dalam rumah tetap segar, sehingga keseimbangan oksigen bagi penghuni tetap terjaga.
- Membebaskan udara dari bakteri terutama bakteri *pathogen*.
- Menjaga rumah dalam kelembaban yang optimal.

Ventilasi dibagi menjadi 3 menurut *U.S. Environment Protection Agency* (EPA) yaitu:

- Infiltrasi, bila udara luar rumah masuk ke dalam rumah melalui celah-celah pintu, jendela, maupun retak pada dinding.
- Ventilasi alamiah, pergerakan udara terjadi dengan adanya pintu atau jendela yang terbuka
- Ventilasi buatan (*mechanical ventilation*), yaitu dengan menggunakan alat-alat khusus untuk mengalirkan udara.

Luas ventilasi alamiah permanen minimal 10% dari luas lantai, apabila ditambah dengan lubang ventilasi *insidental* seperti jendela dan pintu sebesar 10% maka luas ventilasi minimal 20% dari luas lantai (Depkes, 1999).

Konsentrasi *droplet* per volume udara dan lamanya waktu menghirup udara tersebut memungkinkan seseorang terinfeksi kuman tuberkulosis paru (Depkes, 2002). Semakin lama individu menghirup udara yang tercemar kuman tuberkulosis, maka semakin tinggi resiko terjangkit penyakit tersebut. Dengan adanya ventilasi udara yang baik, kuman tidak dapat diam dalam ruangan dan menginfeksi individu lain, melainkan diarahkan keluar ruangan sehingga dapat mati akibat sinar matahari langsung. Kecepatan udara dikatakan sedang jika pergerakan udara 5-20 cm per detik atau 25-30 cfm (*cubic feet per minute*) untuk setiap yang berada didalam ruangan.

#### 4. Kelembapan

Kelembaban berhubungan negatif (terbalik) dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara, maka kelembaban udaranya semakin rendah. Kelembaban merupakan media yang baik untuk bakteri *pathogen*, termasuk kuman tuberkulosis paru (Depkes, 1999). Kelembaban yang standar apabila kelembaban mencapai 40-70%.

#### 5. Suhu

Suhu dalam rumah mempengaruhi kesehatan dalam rumah, dimana suhu yang panas tentu berpengaruh pada aktifitas penghuni ruangan.

Ukuran dikatakan suhu standar dan tidak standar adalah (Depkes, 1999):

- Suhu standar bila suhu berkisar antara 18-20°C
- Suhu tidak standar, bila suhu lebih dari 30°C

Kuman *mycobacterium tuberculosis* berkembang pada suhu 22°C dan tumbuh secara optimal pada kisaran suhu 35-37°C. Mempertahankan suhu ruangan pada suhu dibawah 22°C merupakan tindakan yang sesuai untuk mengantisipasi perkembangan kuman tuberkulosis pada ruangan dan pada organ dalam individu khususnya paru-paru.

Dari aspek perkembangan kuman tuberkulosis dan standar departemen kesehatan, maka dapat ditentukan bahwa suhu standart yang dapat meningkatkan kenyamanan individu dan pencegahan kuman tuberkulosis yaitu pada rentan 18-20°C.

#### D. Diagnosa tuberkulosis paru

##### 1. Pemeriksaan dahak mikroskopik

Pemeriksaan dahak berfungsi untuk mendukung diagnosis, menilai keberhasilan pemeriksaan dan menentukan potensi penularan. Pemeriksaan dahak dilakukan dalam fasilitas laboratotium.

##### 2. Pemeriksaan foto *toraks* (*rontgen dada/x-ray*)

Pada sebagian besar tuberkulosis paru, diagnosis terutama ditegakan dengan pemeriksaan dahak secara mikroskopis dan tidak memerlukan foto *toraks*. Pemeriksaan foto torak dilakukan pada fasilitas radiologi.

#### E. Strategi pencegahan tuberkulosis dalam fasilitas kesehatan

Dalam “*Tuberculosis Infection Control*” oleh *Curry international tuberculosis control* (2011), Untuk mencegah penyebaran bakteri tuberkulosis, terdapat strategi pencegahan yang bersifat mengontrol lingkungan (*Environment control*) dari fasilitas kesehatan tersebut.. Strategi tersebut antara lain :

##### 1. *Using Ventilation to Reduce the Risk of Spreading TB*

Ventilasi dapat mengurangi risiko infeksi melalui pengenceran dan pengangkatan. Ketika udara bersih atau segar memasuki ruangan (ventilasi alami atau mekanis), udara bersih tersebut mengencerkan konsentrasi partikel udara di ruangan tersebut. Pengenceran mengurangi kemungkinan seseorang di dalam ruangan akan menghirup udara yang mungkin mengandung *droplet nuclei infeksius*.

##### 2. *Natural Ventilation and Fans*

Ventilasi alami mengacu pada udara alami yang masuk dan meninggalkan bangunan melalui bukaan. Ruangan dengan potensi besar berkumpulnya manusia, seperti ruang tunggu harus memiliki jendela, pintu, atau langit yang dapat terbuka sesering mungkin. Kipas angin membantu menyatukan udara di ruangan.

##### 3. *Using Directional Airflow to Reduce the Risk of Spreading TB*

Ventilasi dapat membantu mengurangi konsentrasi partikel menular di dalam ruangan. Hal ini dilakukan dengan mencocokkan posisi manusia dalam ruangan terhadap aliran udara dalam ruang.

Secara sederhana, pasien negatif tuberkulosis ditempatkan pada posisi yang dekat dengan suplai udara, sedangkan pasien positif tuberkulosis diposisikan mendekati sumber pembuangan udara.

Pada ruangan dengan jumlah manusia yang banyak (ruang tunggu), penggunaan *directional airflow* tidak dapat maksimal. Pada area tersebut, upaya pencegahan difokuskan pada proses pencampuran udara, sehingga partikel lebih cepat mengalami proses pengenceran dan dibuang keluar bangunan.

#### 4. *Central Ventilation Systems*

Adalah sistem mekanis yang mengedarkan udara di dalam bangunan. Dengan menyediakan udara baru, sistem mekanis dapat membantu mencegah penyebaran TB di dalam bangunan. Namun, sistem tersebut dapat menyebarkan partikel dari bakteri tuberkulosis menuju seluruh bagian ruangan dalam bangunan akibat dari pergerakan udara yang menuju keseluruh ruangan.

Terdapat tiga cara umum agar sistem ventilasi sentral dapat membantu mengurangi penularan tuberkulosis dalam bangunan :

- Memasukkan udara segar dari luar untuk menggantikan udara di dalam ruangan
- Menggunakan filter pada saluran udara untuk menghilangkan partikel infeksi yang terdapat pada udara.
- Menggunakan lampu UVGI untuk desinfeksi udara yang disuplai keseluruh ruangan dalam bangunan.

#### 5. *Using Negative Pressure to Reduce the Risk of Spreading TB*

Tekanan negatif dibuat dengan mendorong/mengeluarkan lebih banyak udara dari ruangan yang berpotensi mengandung tuberkulosos dan mengurangi suplai udara ke ruangan tersebut, sehingga partikel infeksi di dalam ruangan terbawa oleh arus udara yang ditarik menuju bagian bawah ruangan.

6. *Using Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) to Reduce the Risk of Spreading TB*

*Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI)* merupakan peralatan yang menggunakan radiasi untuk membunuh atau melumpuhkan bakteri tuberkulosis di udara. Karena UVGI memiliki efek kesehatan jangka pendek yang negatif pada kulit dan mata manusia, maka rencana keselamatan dalam penggunaan harus diterapkan saat digunakan.

Aplikasi UVGI dibagi menjadi dua yaitu *In-duct UVGI* dan *Upper-air UVGI*.

- *In-duct UVGI* adalah pemasangan lampu UV di saluran udara kembali atau saluran pembuangan untuk membunuh bakteri tuberkulosis yang berada pada aliran udara. Hal ini berguna sebagai pencegahan penularan dalam sirkulasi udara.
- *Upper-air UVGI* mengacu pada penggunaan lampu UV secara langsung di dalam ruangan. Lampu dipasang pada posisi yang tinggi di dinding atau diletakkan di langit-langit. Radiasi diarahkan ke bagian atas ruangan, dimana udara didesinfeksi.
- *Upper-air UVGI* adalah sistem kontrol untuk mencegah penularan bakteri yang berfungsi maksimal untuk ruangan dengan intensitas manusia yang padat.

7. *Upper Air UVGI And High-efficiency Particulate Air (HEPA) Filter Units*

*Upper-air UVGI* adalah teknologi khusus yang digunakan pada ruangan tertentu. *Upper-air UVGI* digunakan untuk melengkapi sistem ventilasi pada ruangan umum yang memiliki resiko penyebaran bakteri tinggi, seperti ruang tunggu dan tempat penampungan.

*High efficiency filters (HEPA)*, merupakan filter udara yang dapat menghapus partikel dalam ukuran yang setara dengan *droplet nucleid* dari udara yang melewati filter tersebut.

### 2.1.3 Program Ruang Klinik Kesehatan

Fasilitas ruang khusus pada klinik Tuberkulosis paru adalah fasilitas tes tuberkulosis pasien berupa tes *toraks* berupa *rontgen* dada dan tes dahak mikroskopik. Tes *toraks* dilakukan pada ruang *x-ray* sedangkan tes dahak mikroskopik dilakukan di laboratorium.

Berdasarkan buku *Medical & Dental Space Planning* dari Jain malkin, program ruang klinik kesehatan dibagi menjadi 3 komponen utama yaitu kelompok administrasi, pelayanan pasien dan service. Ditambah dengan kebutuhan ruang spesifik berkaitan dengan penyakit yang ditindaklanjuti yaitu.

1. Adminstrasi
  - Ruang tunggu & resepsionis
  - Bisnis (pendaftaran, pembukuan, asuransi, staff)
  - *Medical records*
2. Pelayanan pasien
  - Pemeriksaan pasien
  - Tindakan
  - Konsultasi
3. Service
  - *Nurse station*
  - Gudang
  - *Staff lounge*
4. Fasilitas khusus
  - *X-ray*
  - Laboratorium
  - IPAL

Dari kelompok ruang tersebut kemudian dibagi menjadi 3 type program ruang klinik kesehatan berdasarkan jumlah ruang pemeriksaan dan ruang konsultasi dalam klinik kesehatan. Dari analisa program ruang tersebut maka dapat ditentukan bahwa program ruang klinik yang cocok adalah program ruang klinik kesehatan type 3 yang didukung dengan fasilitas Laboratorium dan X-ray.

Tabel 2.1 Program Ruang Klinik Kesehatan Type 1

No	Nama Ruang	Jumlah	Dimensi Ruang	Luasan Ruang	Total
			P x L	M <sup>2</sup>	
1	Ruang Konsultasi	1	3,6 x 3,6	12,96	12,96
2	Ruang Pemeriksaan	3	2,4 x 3,6	8,64	25,92
3	Ruang tunggu	1	3,6 x 4,2	15,12	15,12
4	Resepsionis	1	3,6 x 4,2	15,12	15,12
5	Nurse Station	1	2,4 x 3,0	7,20	7,20
6	Toilet	2	2,1 x 2,4	5,04	10,08
7	Gudang	1	1,8 x 1,8	3,24	3,24
8	Staff Lounge	1	2,4 x 3,0	7,20	7,20
9	Bedah Minor	1	3,6 x 3,6	12,96	12,96
10	Ruang X-ray	Non	Non	Non	0,00
11	Laboratorium	Non	Digabung Dengan Nurse station		0,00
			Sub Total		109,80
				20% sirkulasi	21,96
			<b>TOTAL</b>		<b>131,76</b>

Sumber : *Medical & Dental Space Planning*, 2002

Tabel 2.2 Program Ruang Klinik Kesehatan Type2

No	Nama Ruang	Jumlah	Dimensi Ruang	Luasan Ruang	Total
			P x L	M <sup>2</sup>	
1	Ruang Konsultasi	2	3,6 x 3,6	12,96	25,92
2	Ruang Pemeriksaan	6	2,4 x 3,6	8,64	51,84
3	Ruang tunggu	1	4,2 x 5,4	22,68	22,68
4	Resepsionis	1	4,8 x 5,4	25,92	25,92
5	Nurse Station	2	2,4 x 2,4	5,76	11,52
6	Toilet	2	2,1 x 2,4	5,04	10,08
7	Gudang	1	1,8 x 2,4	4,32	4,32
8	Staff Lounge	1	3,0 x 3,6	10,80	10,80
9	Bedah Minor	1	3,6 x 3,6	12,96	12,96
10	Ruang X-ray	1	3,6 x 7,6	27,36	27,36
11	Laboratorium	1	3,0 x 3,0	9,00	9,00
			Sub Total		212,40
				20% sirkulasi	42,48
			<b>TOTAL</b>		<b>254,88</b>

Sumber : *Medical & Dental Space Planning*, 2002

Tabel 2.3 Program Ruang Klinik Kesehatan Type 3

No	Nama Ruang	Jumlah	Dimensi Ruang	Luasan Ruang	Total
			P x L	M <sup>2</sup>	
1	Ruang Konsultasi	3	3,6 x 3,6	12,96	38,88
2	Ruang Pemeriksaan	9	2,4 x 3,6	8,64	77,76
3	Ruang tunggu	1	4,2 x 5,4	22,68	22,68
4	Resepsionis	1	4,8 x 5,4	25,92	25,92
5	Nurse Station	2	2,4 x 2,4	5,76	11,52
6	Toilet	2	2,1 x 2,4	5,04	10,08
7	Gudang	1	1,8 x 2,4	4,32	4,32
8	Staff Lounge	1	3,0 x 3,6	10,80	10,8
9	Bedah Minor	1	3,6 x 3,6	12,96	12,96
10	Ruang X-ray	1	3,6 x 7,6	27,36	27,36
11	Laboratorium	1	3,0 x 3,0	9,00	9
			Sub Total		251,28
				20% sirkulasi	42,48
			<b>TOTAL</b>		<b>293,76</b>

Sumber : *Medical & Dental Space Planning*, 2002

Analisa program ruang berdasarkan kriteria ruang disesuaikan dengan panduan dari Permenkes tentang pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C (2007). Pedoman rumah sakit kelas C dipilih berdasarkan pelayanan dari rumah sakit kelas C yang memiliki kriteria pelayanan yang paling sederhana. Analisa ruang berdasarkan pedoman Permenkes antara lain:

a) Administrasi

Ruang administrasi pada fasilitas klinik kesehatan diselaraskan dengan fungsi rawat jalan pada rumah sakit, sehingga memiliki kriteria yang sama dengan ruang administrasi rumah sakit..

Persyaratan khusus ruang pada kelompok administrasi antara lain:

- A. Berdekatan dengan jalan utama dan mudah dicapai dari administrasi, ian rekam medis, apotek, radiologi dan lab.
- B. Ruang tunggu harus cukup luas. Diusahakan ada pemisahan ruang tunggu pasien untuk penyakit infeksi dan non infeksi.

**Tabel 2.4 Program Ruang Kelompok Adminstrasi**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Ruang Tunggu	Ruang tunggu pasien & pengantar pasien saat melakukan pendaftaran	1-1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 12 m <sup>2</sup> )	Kursi, Meja, Televisi & Alat Pengkondisi Udara (AC / Air Condition)
2	Loket Pendaftaran & Loket Kasir	Memiliki fungsi sebagai tempat pendaftaran pasien & pembayaran biaya pelayanan medik	3-5 m <sup>2</sup> / petugas (min. 16 m <sup>2</sup> )	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, intercom/telepon, <i>safety box</i>
3	Ruang Rekam Medis	Tempat menyimpan informasi tentang identitas pasien, diagnosis, perjalanan penyakit, proses pengobatan dan tindakan medis serta dokumentasi hasil pelayanan. Biasanya langsung berhubungan dengan loket pendaftaran.	12-16 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari arsip, komputer
4	Toilet (petugas, pengunjung)	KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air. (Luasan toilet min. untuk pasien dapat berjalan & maks. untuk pasien berkursi roda.

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C, 2007

b) Pelayanan Pasien

Kelompok ruang pelayanan pasien diselaraskan dengan ruang perawatan pada poli penyakit menular pada pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C (2007).

Persyaratan khusus pada kelompok pelayanan pasien antara lain:

- A. Ruang tunggu harus cukup luas. Diusahakan ada pemisahan ruang tunggu pasien untuk penyakit infeksi dan non infeksi.
- B. Sistem sirkulasi pasien dilakukan dengan satu pintu (sirkulasi masuk dan keluar pasien pada pintu yang sama).
- C. Sirkulasi petugas dan sirkulasi pasien dipisahkan
- D. Terdapat ruang sterilisasi, karena alat-alat yang digunakan harus langsung disterilkan untuk digunakan kembali (bila pasien banyak).

**Tabel 2.5 Program Ruang Kelompok Pelayanan Pasien**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Ruang Tunggu Pasien	Ruang tunggu pasien & pengantar pasien saat menunggu panggilan untuk diperiksa	1-1,5 m <sup>2</sup> /orang (min 4 m <sup>2</sup> )	Kursi, Televisi & AC (bila RS mampu)
2	Ruang Periksa & Konsultasi Dokter Spesialis	Ruang tempat dokter spesialis melakukan pemeriksaan dan konsultasi dengan pasien	12-25 m <sup>2</sup> /poli	Kursi Dokter, Meja Konsultasi, 2 (dua) kursi hadap, lemari alat periksa & obat, tempat tidur periksa, tangga roolstool, dan kelengkapan lainnya.
3	Ruang Tindakan/ Diagnostik Poli Umum	Ruang tempat konsultasi, penyelidikan, pemeriksaan, dan pengobatan pasien oleh dokter umum.	12-25 m <sup>2</sup> / poli	Meja, kursi, tempat tidur periksa, lemari alat, timbangan badan/tinggi badan, stetoskop, tensimeter, termometer, <i>reflex hammer</i> , set diagnostik, <i>film viewer</i> , senter, sendok penekan lidah, standar infus, stand waskom
4	Toilet (petugas, pengunjung)	KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air. (Luasan toilet min. untuk pasien dapat berjalan & maks. untuk pasien berkursi roda.

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C, 2007

c) Service

Kelompok ruang service pada fasilitas klinik dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok ruang service staff penanganan medis dan kelompok ruang staff kesekretariatan. Area staff penanganan terdiri dari ruang dokter, ruang perawat, staff lounge, gudang dan dapur. Pada area kesekretariatan terdiri atas ruang direksi, ruang sekretaris, ruang rapat, ruang komite medis, ruang bagian keperawatan, ruang bagian pelayanan, ruang bagian keuangan, ruang bagian kesekretariatan dan rekam medis, ruang arsip/ file, ruang tunggu, janitor, dapur kecil (pantry) dan km/wc.

**Tabel 2.6 Program Ruang Kelompok Service Staff Penanganan Medis**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Ruang Dokter	Ruang istirahat dokter	9-16 m <sup>2</sup>	Sofa, lemari, meja/kursi, wastafel.
2	Ruang Perawat	Ruang istirahat perawat	9-16 m <sup>2</sup>	Sofa, lemari, meja/kursi, wastafel
3	Gudang	Ruang penyimpanan sarana, prasarana dan peralatan yang sudah tidak terpakai, telah diperbaiki (belum diserahkan kembali) atau yang akan diperbaiki.	Min. 9 m <sup>2</sup>	Lemari/rak
4	Staff Lounge	Ruang istirahat staff	9-16 m <sup>2</sup>	Sofa, lemari, meja/kursi
5	Dapur Kecil	Sebagai tempat untuk menyiapkan makanan dan minuman	Min. 6 m <sup>2</sup>	Kursi+meja untuk makan, sink, dan perlengkapan dapur lainnya.

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C, 2007

d) Fasilitas Khusus

Kelompok fasilitas khusus merupakan ruangan dengan spesifikasi khusus untuk proses diagnosis penyakit tuberkulosis. Ruang tersebut meliputi kelompok ruang laboratorium dan kelompok ruang x-ray.

Persyaratan fasilitas khusus laboratorium dan x ray antara lain:

a. Laboratorium

- Dinding dilapisi bahan yang mudah dibersihkan, tidak licin dan kedap air setinggi 1,5 m dari lantai.
- Lantai dan meja kerja dilapisi bahan yang tahan bahan kimia dan getaran serta tidak mudah retak.
- Akses petugas dengan pasien/pengunjung disarankan terpisah.
- Setiap ruang laboratorium dilengkapi sink (wastafel).

b. Radiologi (X-ray)

- Ruang konsultasi dilengkapi dengan fasilitas untuk membaca film.
- Sirkulasi bagi pasien disarankan terpisah dengan sirkulasi staf.
- Dinding/pintu mengikuti persyaratan khusus sistem labirin proteksi radiasi.

- Persyaratan suhu antara 22~26 derajat selsius dan kelembapan udara pada ruang antara 40-60%.

**Tabel 2.7 Program Ruang Kelompok Service Staff Kesekretariatan**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Ruang Direksi	Ruang kerja direktur RS, tempat melaksanakan perencanaan program dan manajemen RS.	Min. 16 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, sofa, computer, printer, lemari, lemari arsip, dan peralatan kantor lainnya.
2	Ruang Sekretaris Direktur	Ruang kerja sekretaris direktur.	Min. 6 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
3	Ruang Rapat dan Diskusi	Ruang pertemuan/ rapat/ diskusi.	Min. 16 m <sup>2</sup>	Meja rapat, kursi, LCD projector, layar, dll
4	Ruang Komite Medis	Ruang kerja staf komite medis	12-30 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
5	Ruang Bagian Keperawatan	Ruang kerja staf bagian keperawatan	12-30 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
6	Ruang Bagian Pelayanan	Ruang kerja staf bagian pelayanan	12-30 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
7	Ruang Bagian Keuangan dan Program	Ruang kerja staf bagian keuangan dan program	12-30 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
8	Ruang Bagian Kesekretariatan dan Rekam Medis	Ruang kerja staf bagian Kesekretariatan dan Rekam Medis	12-30 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, lemari berkas/arsip, komputer, printer, intercom/telepon
9	Ruang Arsip/ file	Ruang tempat penyimpanan Arsip RS.	Min. 20 m <sup>2</sup>	Lemari berkas/arsip, komputer, printer, dll
10	Ruang Tunggu	Ruang tempat pengunjung/ tamu bagian administrasi dan kesekretariatan menunggu.	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 16 m <sup>2</sup> )	Tempat duduk, televisi & Telp umum
11	Janitor	Ruang tempat penyimpanan alat-alat kebersihan (cleaning service)	3-8 m <sup>2</sup>	Lemari/rak
12	Dapur Kecil (Pantry)	Sebagai tempat untuk menyiapkan makanan dan minuman.	Min. 6 m <sup>2</sup>	Perlengkapan dapur, kursi, meja, sink
13	KM/WC	KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C. 2007

**Tabel 2.8 Program Ruang Kelompok Fasilitas khusus Laboratorium**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Ruangan Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	Ruangan pasien & pengantar pasien menunggu diberikannya pelayanan medik.	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 25 m <sup>2</sup> )	Tempat duduk, televisi & Telp umum
2	Loket Pendaftaran, pembayaran dan pengambilan hasil	Ruang tempat pasien melakukan pendaftaran, pembayaran dan mengambil hasil pemeriksaan	Min. 16 m <sup>2</sup>	Rak/lemari berkas, meja, kursi, komputer, printer, dan alat perkantoran lainnya.
3	Ruang Konsultasi	Ruangan membaca film hasil diagnosa	9-16 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, film viewer.
4	Ruang Tes Fluoroskopi	Ruang tempat melaksanakan kegiatan diagnostik jaringan lunak menggunakan USG	Min. 12 m <sup>2</sup>	X-Ray Fluoroskopi unit, bed unit dengan bucky
5	Ruang operator/ panel kontrol	Ruang tempat mengendalikan/mengontrol pesawat X-Ray	Min. 4 m <sup>2</sup>	Meja kontrol, Komputer
6	Ruang Mesin	Ruang tempat meletakkan transformator/genetaor/CPU	Min. 4 m <sup>2</sup>	Transformator/genetaor/ CPU tomografi unit
7	Ruang ganti pasien	Ruang tempat pasien berganti pakaian dan menyimpan barang milik pribadi.	Min. 4 m <sup>2</sup>	Lemari baju bersih, kontainer baju kotor, kaca, hanger
8	Gudang penyimpanan berkas	Ruang tempat penyimpanan berkas hasil pemeriksaan.	Min. 8 m <sup>2</sup>	Lemari arsip
9	Ruang Jaga Radiografer	Ruang tempat istirahat radiografer cito	Min. 6 m <sup>2</sup>	Tempat tidur, Kursi, meja, wastafel.
10	Dapur Kecil	Tempat menyiapkan makanan dan minuman dan sebagai tempat istirahat petugas.	Min. 6 m <sup>2</sup>	Perlengkapan dapur
11	KM/WC petugas	KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C, 2007

**Tabel 2.9 Program Ruang Kelompok Fasilitas khusus Radiologi (X-Ray)**

No	Nama Ruang	Fungsi	Luasan (M <sup>2</sup> )	Kebutuhan Fasilitas
1	Loket Administrasi	Ruangan untuk tugas administrasi, pendaftaran, pembayaran dan pengambilan hasil.	Min. 20 m <sup>2</sup>	Meja, kursi, computer, printer, lemari, lemari arsip, dan peralatan kantor lainnya.
2	Ruang Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	Ruangan pasien & pengantar pasien menunggu diberikannya pelayanan lab.	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 25 m <sup>2</sup> )	Tempat duduk, televisi & Telp umum
3	Ruang Pengambilan Sample	Ruang tempat pengambilan sample darah, pengumpulan sample urin, dll	Min. 6 m <sup>2</sup>	Meja. Kursi, jarum suntik dan pipetnya, container , timbangan, tensimeter.
4	Laboratorium Patologi Klinik	Ruang pemeriksaan/ analisis patologi klinik.	Min. 16 m <sup>2</sup>	Meja lab, sink, sentrifus, water bath, fotometer, electrolit analyzer, mikroskop binikuler/monokuler, neubauer, , rosenthal, tensimeter, sentrifus mikrohematokrit, rotator VDRL, sterilisator/autoklaf kecil, inkubator, oven, pipet LED, timbangan, bunsen burner, kawat ose, rak pipet , rak tabung reaksi, pipet otomatis berbagai ukuran, meja, kursi dan alat-alat perkantoran.
5	Gudang Regensia dan Bahan Habis Pakai	Ruang tempat penyimpanan regensia bersih dan bahan habis pakai.	6-16 m <sup>2</sup>	Rak/Lemari
6	Ruang Cuci	Ruang tempat pencucian regensia bekas pakai.	6-9 m <sup>2</sup>	Lemari, sink
7	Ruang Kepala Laboratorium	Ruang tempat kepala laboratorium bekerja dan melakukan kegiatan perencanaan dan manajemen.	Min. 6 m <sup>2</sup>	Kursi, meja, computer, printer, dan peralatan kantor lainnya.
8	Ruang Petugas Laboratorium	Ruang tempat istirahat petugas laboratorium.	9-16 m <sup>2</sup>	Kursi, meja, sofa, lemari
9	Dapur Kecil ( <i>;Pantry</i> )	Sebagai tempat untuk menyiapkan makanan dan minuman bagi mereka yang ada di Instalasi CSSD dan sebagai tempat istirahat petugas.	Min. 6 m <sup>2</sup>	Perlengkapan dapur, kursi, meja, sink
10	KM/WC pasien	KM/WC dan pengambilan sample urin	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air
11	KM/WC petugas	KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	Kloset, wastafel, bak air

Sumber : Pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C, 2007

## 2.2 Senyawa Oksigen

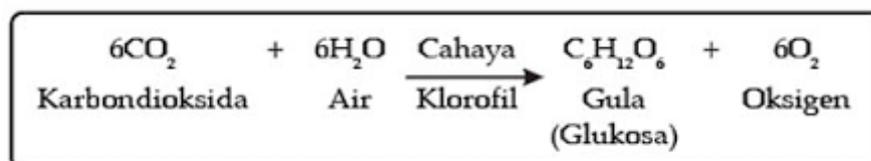
### 2.2.1 Oksigen & Pernafasan

Oksigen (O<sub>2</sub>) adalah salah satu komponen gas dan unsur vital dalam proses metabolisme. Oksigen memegang peranan penting dalam semua proses tubuh secara fungsional serta kebutuhan oksigen merupakan kebutuhan yang paling utama dan sangat vital bagi tubuh (Imelda, 2009). Oksigen diperlukan sel untuk mengubah glukosa menjadi energi yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai aktivitas, seperti aktivitas fisik, penyerapan makanan, membangun kekebalan tubuh, pemulihan kondisi tubuh, juga penghancuran beberapa racun sisa metabolisme (Nikmawati, 2006). Manusia bernapas sekitar 6 liter udara agar mendapatkan pasokan oksigen (O<sub>2</sub>) segar ke dalam paru dan membuang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) (Saminan, 2012). Untuk kebutuhan pernafasan manusia pada umumnya membutuhkan oksigen sebesar 0.5kg setiap hari.

Proses terbentuknya oksigen terjadi melalui tumbuhan dengan adanya proses fotosintesis. Tumbuhan dengan kemampuan fotosintesis dapat memproses karbondioksida menjadi oksigen dengan bantuan cahaya matahari. Proses fotosintesis yang dilakukan tanaman tidak hanya menghasilkan oksigen, namun dapat pula berfungsi sebagai pengurai senyawa karbondioksida.

### 2.2.2 Proses Fotosintesis

Fotosintesis berasal dari kata *foton* yang berarti cahaya dan *sintesis* yang berarti penyusunan. Jadi fotosintesis adalah proses penyusunan dari zat organik H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> menjadi senyawa organik yang kompleks dengan bantuan cahaya matahari. Fotosintesis hanya dapat terjadi pada tumbuhan yang mempunyai klorofil, yaitu pigmen yang berfungsi sebagai penangkap energi cahaya matahari. (Kimball, 2002).



Gambar 2.5 Proses Fotosintesis (Dian, 2004)

Fotosintesis merupakan proses pembentukan senyawa organik (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) dari senyawa anorganik (CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O) oleh klorofil dengan bantuan cahaya matahari. Tahapan dalam fotosintesis merupakan rangkaian dari proses penangkapan energi cahaya (fotosistem), aliran elektron, dan penggunaannya (Rahardian,2012). Selain menghasilkan makanan, tanaman memberikan manfaat lain yaitu mengurangi zat CO, sehingga memiliki manfaat ganda dalam proses fotosintesis.

### 2.2.3 Tanaman Penghasil Oksigen Tinggi

Berdasarkan proses kimia dalam aktifitas fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan, dapat dijelaskan lebih lanjut bahwa jumlah karbondioksida yang diserap dapat menghasilkan senyawa oksigen dengan jumlah yang sama setelah menjalani proses fotosintesis. Ketika karbondioksida diserap oleh tumbuhan, maka secara langsung oksigen yang dikeluarkan oleh tumbuhan memiliki jumlah yang sama dengan karbondioksida yang diserap.

Menurut Nanny dalam jurnal “Potensi tanaman dalam menyerap CO<sub>2</sub> dan CO untuk mengurangi dampak pemanasan global”, tanaman dengan manfaat reduksi CO terbesar untuk jenis pohon yaitu tanaman Ganitri (*Elaeocarpus sphaericus*) sebesar 81.53 % (0.587 ppm), jenis perdu yaitu *Iriansis (Impatiens sp)* sebesar 88.61 % (0.638 ppm) dan jenis semak yaitu *Philodendron (Philodendron sp)* sebesar 92.22 % ( 0.664 ppm).

Pada kategori jenis tanaman pohon, terdapat 11 tanaman dengan kemampuan reduksi CO yang besar. Pada kategori tanaman perdu, terdapat 16 tanaman dengan kemampuan reduksi CO yang besar, serta terdapat 12 tanaman dalam kategori tanaman semak.

**Tabel 2.10 Kategori Tanaman Pohon pereduksi CO**

No	Jenis Tanaman	Rata-rata Pengurangan CO	
		(ppm)	(%)
1	Ganitri ( <i>Elaeocarpus sphaericus</i> )	0.587	81.53
2	Bungur ( <i>Lagerstroemia flos-reginae</i> )	0.567	78.75
3	Cempaka ( <i>Michellia champaca</i> )	0.528	73.33
4	Kembang Merak ( <i>Caesalpinia pulcherrima</i> )	0.508	70.56
5	Saputangan ( <i>Maniltoa grandiflora</i> )	0.506	70.28
6	Tanjung ( <i>Mimusops elengi</i> )	0.501	69.58
7	Kupu-kupu ( <i>Bauhinia sp</i> )	0.501	69.58

8	Acret ( <i>Spathodea campanulata</i> )	0.428	59.44
9	Asam kranji ( <i>Pithecellobium dulce</i> )	0.267	37.08
10	Felicium ( <i>Filicium decipiens</i> )	0.207	28.75
11	Galinggem ( <i>Bixa orellana</i> )	0.169	23.47

Sumber : Kusminingrum,2008.

**Tabel 2.11 Kategori Tanaman Perdu Pereduksi CO**

No	Jenis Tanaman	Rata-rata Pengurangan CO	
		(ppm)	(%)
1	Iriansis ( <i>Impatien sp</i> )	0.638	88.61
2	Dawolong ( <i>Acalypha compacta</i> )	0.626	86.94
3	Nusa Indah Merah ( <i>Mussaenda erythrophylla</i> )	0.590	81.94
4	Saliara ( <i>Lantana camara</i> )	0.580	80.56
5	Oleander ( <i>Nerium oleander</i> )	0.580	80.56
6	Kacapiring ( <i>Gardenia jasminoides</i> )	0.580	80.56
7	Harendong ( <i>Melastoma malabathricum</i> )	0.567	78.75
8	Wilkesiana Merah ( <i>Acalypha wilkesiana</i> )	0.557	77.36
9	Anak Nakal ( <i>Durante erecta</i> )	0.484	67.22
10	Walisongo ( <i>Schefflera arboricola</i> )	0.483	67.08
11	Pecah beling ( <i>Sericocalyx crispus</i> )	0.481	66.81
12	Sadagori ( <i>Tumera ulmifolia</i> )	0.465	64.58
13	Lolipop merah ( <i>Pachystachys coccinea</i> )	0.408	56.67
14	Azalea ( <i>Rhododendron indicum</i> )	0.388	53.89
15	Teh-tehan ( <i>Acalypha capillipes</i> )	0.386	53.61
16	Kembang sepatu ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> )	0.236	32.78

Sumber : Kusminingrum,2008.

**Tabel 2.12 Kategori Tanaman Semak Pereduksi CO**

No	Jenis Tanaman	Rata-rata Pengurangan CO	
		(ppm)	(%)
1	Philodendron ( <i>Philodendron sp</i> )	0.664	92.22
2	Graphis merah ( <i>Hemigraphis bicolor</i> )	0.634	88.06
3	Myana ( <i>Eresine herbstii</i> )	0.551	76.53
4	Maranta ( <i>Maranta sp</i> )	0.529	73.47
5	Pentas ( <i>Pentas lanceolata</i> )	0.518	71.94
6	Mutiara ( <i>Pilea cadierei</i> )	0.499	69.31
7	Babayeman Merah ( <i>Aerva sanguinolenta</i> )	0.490	68.06
8	Gelang ( <i>Portulaca grandiflora</i> )	0.489	67.92
9	Plumbago ( <i>Plumbago auriculata</i> )	0.431	59.86
10	Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	0.372	51.67
11	Pacing ( <i>Costus malortianus</i> )	0.296	41.11
12	Kriminil Merah ( <i>Althernanthera ficoidea</i> )	0.253	35.14

Sumber : Kusminingrum,2008.

## 2.2.4 Tanaman Air Penghasil Oksigen Tinggi

Tumbuhan air efektif meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Karbondioksida dalam proses fotosintesis diserap dan oksigen dilepaskan ke dalam air. Menurut Boyd (1991) dalam Izzati (2002), proses fotosintesis mempunyai manfaat penting dalam akuakultur, di antaranya adalah menyediakan sumber bahan organik bagi tumbuhan itu sendiri serta sumber oksigen yang digunakan oleh semua organisme dalam ekosistem perairan.

Menurut Puspitaningrum (2012) dalam “Produksi dan Konsumsi Oksigen Terlarut oleh Beberapa Tumbuhan Air”, tanaman *Ceratophyllum demersum* memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen yang tinggi, yaitu mencapai 0,98 mg/L.

Tabel 2.13 Tanaman Air Penghasil Oksigen Tinggi

Tanaman	Oksigen terlarut (mg/L)		Produksi O <sub>2</sub>
	Awal	Akhir	
<i>Hydrilla verticillata</i> Royle	3,85	4,1	0,26
<b><i>Ceratophyllum demersum</i></b>	<b>3,38</b>	<b>4,27</b>	<b>0,9</b>
<i>Lemna minor</i>	4,0	4,2	0,13
<i>Eichhornia crassipes</i>	3,11	2,83	-0,28
<i>Salvinia molesta</i> All	3,75	3,18	-0,58

Sumber : Puspitaningrum,2012.

## 2.3 Komponen Ekosistem Hutan Autotrof

### 2.3.1 Pengertian Ekosistem

Ekosistem menurut Tansey adalah unit fungsional dasar dalam ekologi yang didalamnya tercakup organisme dan lingkungannya (lingkungan biotik & abiotik). Ekosistem dikatakan sebagai suatu unit fungsional dasar dalam ekologi karena merupakan satuan terkecil yang memiliki komponen ekologi lengkap, memiliki relung ekologi lengkap, serta terdapat proses ekologi lengkap, sehingga dalam unit ini siklus materi dan arus energi terjadi sesuai dengan kondisi ekosistemnya (Odum, 1993).

Ekosistem adalah suatu sistem di alam dimana di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antar organisme, serta lingkungannya. Ekosistem tidak tergantung

kepada ukuran, tetapi lebih ditekankan pada kelengkapan komponennya. Ekosistem lengkap terdiri atas komponen abiotik dan biotik (Joko,2013).

Dilihat dari susunan dan fungsinya, suatu ekosistem tersusun atas komponen sebagai berikut:

- Komponen *autotrof* (*Auto* = sendiri dan *trophikos* = menyediakan makan). *Autotrof* adalah organisme yang mampu menyediakan/mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen *autotrof* berfungsi sebagai produsen, contohnya tumbuh-tumbuhan hijau (Campbell,2002).
- Komponen *heterotrof* (*Heteros* = berbeda, *trophikos* = makanan). *Heterotrof* merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Yang tergolong *heterotrof* adalah manusia, hewan, jamur, dan mikroba (Campbell, 2002).
- Bahan tak hidup (*abiotik*) yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari. Bahan tak hidup merupakan medium atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan, atau lingkungan tempat hidup (Campbell,2002).
- Pengurai (*dekomposer*) adalah organisme *heterotrof* yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks). Organisme pengurai menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan-bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen. Termasuk pengurai ini adalah bakteri dan jamur (Campbell,2002).

### 2.3.2 Komponen *Autotrof*

Ekosistem hutan melakukan interaksi antara satu komponen dengan komponen lainnya. Interaksi yang terjadi adalah proses makan dan dimakan antara komponen dari hutan tersebut. Dimulai dari komponen produsen sampai dengan komponen pengurai.

Autotrof tidak mengonsumsi organisme lain, mereka adalah tingkat *trofik* pertama (www.nationalgeographic.org,2011). *Autotrof* adalah kelompok organisme di dalam ekosistem alami yang dapat menghasilkan makanan sendiri

melalui proses fotosintesis dengan bantuan energi cahaya matahari dan energi kimia. Kelompok ekosistem *autotrof* adalah kelompok tanaman yang memiliki zat hijau daun (klorofil). Klorofil diperlukan tumbuhan dalam proses menghasilkan makanan untuk menangkap sinar matahari yang dipakai sebagai energi dalam proses fotosintesis.

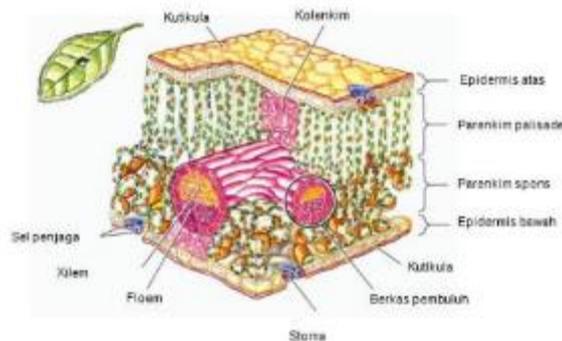
Bagian-bagian khusus tanaman autotrof antara lain :

#### A. Daun

Menurut Indah dalam modul botani farmasi “Anatomi dan morfologi daun” Universitas Jember (2015), daun merupakan organ tanaman yang terdiri dari beberapa sistem jaringan berikut:

- Jaringan Epidermis

Jaringan epidermia merupakan jaringan yang terdiri dari berbagai bentuk sel. Bentuk epidermis berbeda pada masing-masing daun, diantaranya dapat berupa kubus/prisma, bentuk tidak teratur, segi banyak, bentuk dindingnya berkelok-kelok tidak teratur, serta bentuk memanjang pada tanaman *Monokotil*.



**Gambar 2.6 Lapisan Epidermis (Ningsih,2015)**

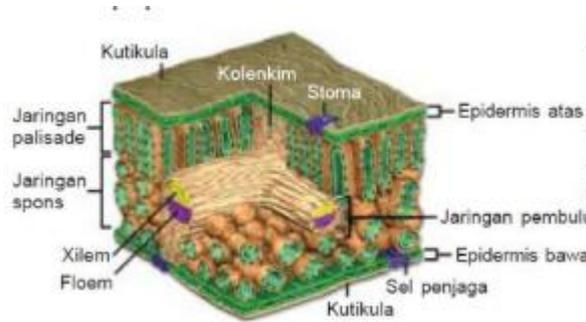
Fungsi utama epidermis adalah sebagai pelindung daun terhadap hilangnya air, kerusakan mekanis, perubahan suhu dan hilangnya makanan.

- Jaringan mesofil atau parenkim

Jaringan mesofil daun terletak antara epidermis adaksial dan abaksial. Jaringan ini terdiri dari jaringan palisade (jaringan tiang) dan jaringan sponsa (jaringan bunga karang). Fungsi jaringan mesofil adalah sebagai tempat terjadinya proses fotosintesis.

- Jaringan berkas pengangkutan

Tulang daun (vena) terdapat pada wilayah jaringan sponsa dan menjalar ke berbagai arah, namun ibu tulang daun (costa)

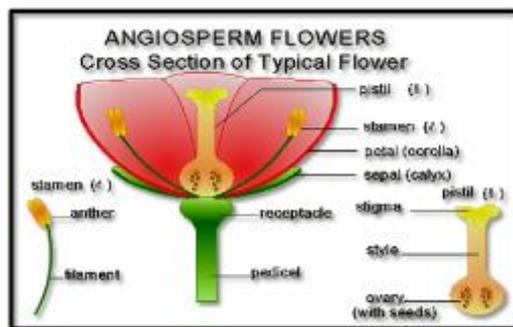


Gambar 2.7 Lapisan Mesofil (Ningsih,2015)

membentang menempati wilayah palisade sampai sponsa. Fungsi utama tulang daun adalah sebagai jaringan pengangkut dan penguat daun.

## B. Bunga

Bunga adalah batang dan daun yang termodifikasi. Modifikasi ini disebabkan oleh dihasilkannya sejumlah enzim yang dirangsang oleh sejumlah fitohormon tertentu. Bunga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya penyerbukan dan pembuahan yang akhirnya dapat dihasilkan alat-alat perkembangbiakan.



Gambar 2.8 Komponen Bunga (Ningsih,2015)

Struktur bunga meliputi ibu tangkai bunga (*pedunculus*, *pedunculus communis* atau *rhacis*), tangkai bunga (*pedicellus*), dasar bunga (*receptaculum*) dan perhiasan bunga (*perianthium*),

Bagian-bagian dari perhiasan bunga yaitu:

- a. Kelopak (*Calyk*) Yaitu bagian dari perhiasan bunga yang merupakan lingkaran luar, biasanya berwarna hijau dan sewaktu bunga masih kuncup merupakan selubungnya yang berfungsi sebagai pelindung kuncup terhadap pengaruh dari luar.
- b. Tajuk Bunga atau mahkota bunga (*corolla*) Yaitu bagian perhiasan bunga yang merupakan lingkaran dalam, biasanya tidaklah berwarna hijau lagi.
- c. Tenda Bunga (*Perigonium*) Pada suatu bunga seringkali tidak kita dapati perhiasan bunganya, atau perhiasan dari bunga tadi tidak dapat dibedakan menjadi kelopak dan mahkotannya.

## **2.4 *Healing Architecture***

### **2.4.1 Definisi *Healing Architecture***

Aplikasi tanaman untuk mendukung kondisi psikologis manusia, khususnya pasien, pada fasilitas kesehatan disebut sebagai pendekatan *healing architecture*. Manusia normal dengan segala kelengkapan dan psikis memungkinkan untuk menyesuaikan respon terhadap *stimulus* yang diterimanya dan ketika *stimulus* yang diterima berada di luar batas optimal, mereka mengalami stress psikologis yang mengharuskan proses adaptasi secara dinamis (Laurens,2004).

Kegagalan proses adaptasi seseorang terhadap lingkungannya dapat menyebabkan stress psikologis, terutama pada seseorang yang sedang sakit (pasien). Stress psikologis dalam diri pasien sangat berpengaruh terhadap proses penyembuhannya. Konsep *healing* berguna menyeimbangkan penyembuhan medik dengan potensi internal pasien. Penerapan ini akan tampak pada kondisi akhir kesehatan pasien, yaitu pengurangan waktu rawat, pengurangan biaya pengobatan, pengurangan rasa sakit, pengurangan rasa stress, membangkitkan suasana hati yang positif, membangkitkan semangat, dan meningkatkan pengharapan pasien pada lingkungan (Debri,2013).

### **2.4.2 Komponen *Healing Architecture***

Menurut Hosking & Haggard (1999), komponen *healing architecture*:

- a Material bangunan

- b Warna
- c Seni dan dekorasi
- d Pencahayaan alami
- e Tampilan interior
- f Lanskap
- g Faktor manusia

Menurut Halimatussadiyah (2008), elemen *healing architecture* dapat muncul dengan menghadirkan elemen-elemen berikut:

#### I. Pencahayaan

Pencahayaan yang masuk kedalam ruangan melalui jendela menjadi aspek positif bagi pasien dalam fase penyembuhan. Pencahayaan alami memberikan pengaruh secara fisiologis terhadap pasien yang berpengaruh pada kecepatan proses penyembuhan dari pasien tersebut.

#### II. Warna

Warna sebagai elemen dari ruang memberi pengaruh besar terhadap proses penyembuhan pasien akibat dari efek yang ditimbulkan oleh warna tertentu. Penggunaan warna tertentu memberi pengaruh yang berbeda pada pasien. Warna yang memiliki karakter dingin dan hangat dapat memberi pengaruh positif terhadap pasien apabila dikombinasikan dengan komponen lain didalam ruang dan kondisi lingkungan ruangan tersebut, sehingga memberikan pengaruh yang positif terhadap pasien.

### **2.4.3 Pencahayaan Alami & *Healing Architecture***

Pencahayaan alami yang bermanfaat dalam *healing architecture* adalah pencahayaan alami pada pagi hari. Penelitian yang dilakukan oleh Chol Et al (2012) memiliki kesimpulan tentang manfaat pencahayaan alami pada kondisi tertentu terhadap pasien. Pada keadaan pagi cerah, 25% pasien yang kamar inapnya terletak di daerah tenggara pulih lebih cepat daripada pasien yang berada di barat laut. Pencahayaan alami dalam fase penyembuhan pasien memiliki manfaat fisiologis yang optimal pada pagi sampai dengan siang hari.

Tabel 2.14 Pengaruh Posisi Rawat Inap Terhadap Waktu Rawat

<b>Exposure to Daylight on Depression</b>										
A 2001 study by Benedetti et al with patients treated for depression										
<b>Solar Orientation</b>	<b>Number of days spent in the facility</b>									
<b>East Facing</b>	10	7	12	14	12	14	8	10	7	6
	8	9	8	8	11	13	7	14	9	9
	11	10	7	6	10	7	9	13	8	13
	9	14	9	9	9	8	8	7	7	7
	14	13	8	13	7	9	7	8	13	11
	13	7	7	7	8	16	13	9	13	10
	12	8	13	11	6	7	10	16	12	11
	7	9	11	10	10	13	13	13	10	12
	14	16	12	11	13	11	11	15	8	11
	13	13	10	12	11	12	9	9	12	9
	8	15	8	11	9	10	8	8	16	13
	7	9	12	9	8	11	9	6	7	10
	<b>Mean: 10.1 days</b>									
<b>West Facing</b>	13	11	8	16	12	14	8	12	11	11
	10	16	12	12	11	13	11	16	12	15
	12	12	14	11	10	9	11	14	12	16
	11	13	10	12	10	11	13	14	11	18
	15	15	10	13	12	9	11	10	12	12
	15	16	10	13	8	16	13	11	14	10
	12	11	11	12	13	11	8	16	12	11
	16	12	15	17	10	16	12	12	10	12
	14	12	16	9	12	12	14	11	11	11
	14	11	18	11	11	13	10	12	12	9
	9	12	12	13	15	15	10	13	16	13
	11	14	10	11	15	16	10	13	12	10
	<b>Mean: 13.8 days</b>									
<b>Calculations:</b> West Facing 13.8 days East Facing - 10.1 days <hr/> 3.7 days										
Found that patients hospitalised for depression stayed an average of 3.7 fewer days if they were assigned east-facing rooms exposed to morning light, compared to patients in west-facing rooms with less sunlight.										

Sumber : Schaller,2012.

Posisi pasien terhadap paparan matahari berkaitan dengan tingkat depresi pasien. Pasien dengan paparan matahari dari arah timur memiliki masa rawat lebih sedikit dibandingkan pasien dengan paparan matahari dari barat (Hendrick,2003). Benedetti (2001) melakukan perhitungan masa rawat pada beberapa pasien dalam posisi paparan matahari yang berbeda yaitu dari arah barat dan timur. Dari hasil penelitian, pasien dengan posisi ruangan menghadap timur memiliki masa rawat lebih sedikit yaitu 10,1 hari, sedangkan pasien dengan posisi rawat dari barat

memiliki masa rawat rata-rata 13,8 hari. Dari data tersebut, benedetti dkk menarik kesimpulan bahwa posisi rawat inap berpengaruh terhadap masa rawat pasien dengan perbedaan mencapai 3,7 hari.

Terdapat pula penelitian sejenis yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencahayaan alami pada *Center for health design* oleh *the Picker Institute* (1999), dalam penelitian ditentukan bahwa persentase pencahayaan alami yang berpengaruh baik pada pasien dan staff fasilitas kesehatan berada pada angka 91-92% bagi pasien dan 31-35% bagi staff. Staff fasilitas kesehatan menghabiskan 40% dari waktu kerja untuk berjalan di koridor (Biren,1969), sehingga memberikan

**Tabel 2.15 Pengaruh Cahaya Alami Pada kenyamanan Pasien & Staff**

<b>Perceptions of sunshine contribution</b>		
Study done for the <b>Center for Health Design</b> by the <i>Picker Institue</i> (1999) <i>Included both focus groups and in-depth interviews over a two-year period</i>		
Survey Questions	Patients	Staff
Considered sunlight to be a nuisance	2%	62%
Considered sunlight to be pleasurable	91%	31%
Considered sunlight to be calming	92%	35%
Considered sunlight to be unfavorable	1%	26%

Sumber : Schaller,2012

tekanan stress bagi staff tersebut dan memberikan pencahayaan yang minim akan mengurangi efek panas dari cahaya alami dan berpengaruh pada keadaan emosional staff.

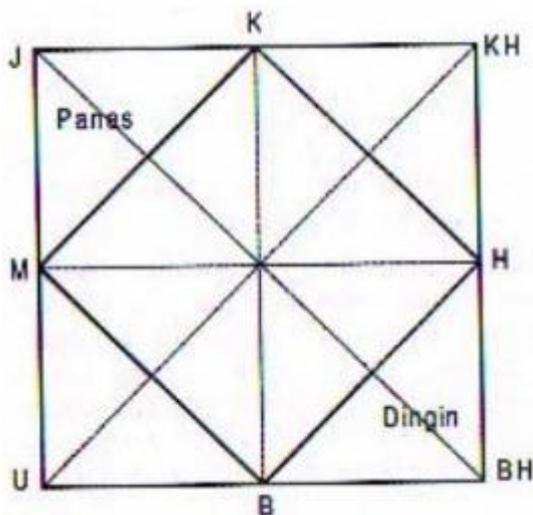
#### **2.4.4 Warna & Healing Architecture**

Unsur utama warna terdiri dari dua aspek yaitu cahaya dan mata (Sari,2004). Komponen untuk mengenali warna berupa cahaya dan mata berperan dalam proses pengenalan warna oleh manusia. Komponen cahaya merupakan aspek pembawa dan penentu dari warna yang dihasilkan. Cahaya memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda satu sama lain, sehingga apabila gelombang cahaya tertentu memasuki mata, akan muncul kondisi otak yang mentafsirkan warna tertentu.

Warna dapat menciptakan suasana ruang yang berkesan kuat, menyenangkan dan sebagainya, sehingga memberi pengaruh psikologis (Pile,1995). Secara fisik sensasi-sensasi dapat dibentuk dari warna-warna yang ada (Pile,1995).

Kemampuan warna untuk mempengaruhi psikologis dapat dimanfaatkan untuk memberikan dukungan yang bersifat positif pada psikologis pasien, sehingga kondisi psikologis pasien menjadi lebih baik.

Warna dipilah dalam 2 kategori yaitu golongan warna panas dan golongan warna dingin. Diantara keduanya ada yang disebut warna antara atau “*intermediates*” (Sari,2004). Warna memiliki spektrum psikologis yang berbeda dan dibagi menjadi tiga golongan yaitu panas, dingin dan menengah. Perbedaan tersebut berdasarkan diagram *Oswald* yang menunjukkan perbedaan warna berdasarkan kedekatan sifat dengan warna panas dan dingin. Diagram *Oswald* memusatkan warna jingga pada puncak suasana warna panas dan warna biru kehijauan pada posisi warna dingin. Penentuan spektrum psikologis warna ditentukan berdasarkan posisi warna terhadap kedua warna tersebut. Warna-warna yang dekat dengan jingga atau merahdigolongkan kepada warna panas atau hangat dan warna-warna yang berdekatan dengan warna biru kehijauan termasuk golongan



**Gambar 2.9 Diagram Oswald (Sulasmi, 2002)**

warna dingin atau sejuk (Sulasmi,2002).

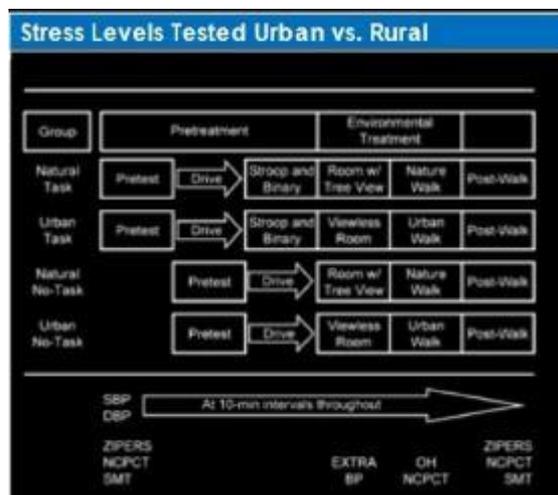
Warna yang ingin dicapai dalam mendukung kondisi psikologis pasien dari kondisi fisik yang tidak stabil (sakit) yaitu berusaha membuat pasien merasa senang dan tenang, sehingga pasien dapat mengalihkan fokus perhatian dari fokus psikologis “sakit secara fisik” menuju fokus psikologis yang “senang & tenang”. Warna yang dapat mendukung proses *healing architecture* berkaitan dengan warna

adalah warna dengan spektrum psikologis warna dingin berdasarkan diagram *Oswald*.

### 2.4.5 Lansekap & *Healing Architecture*

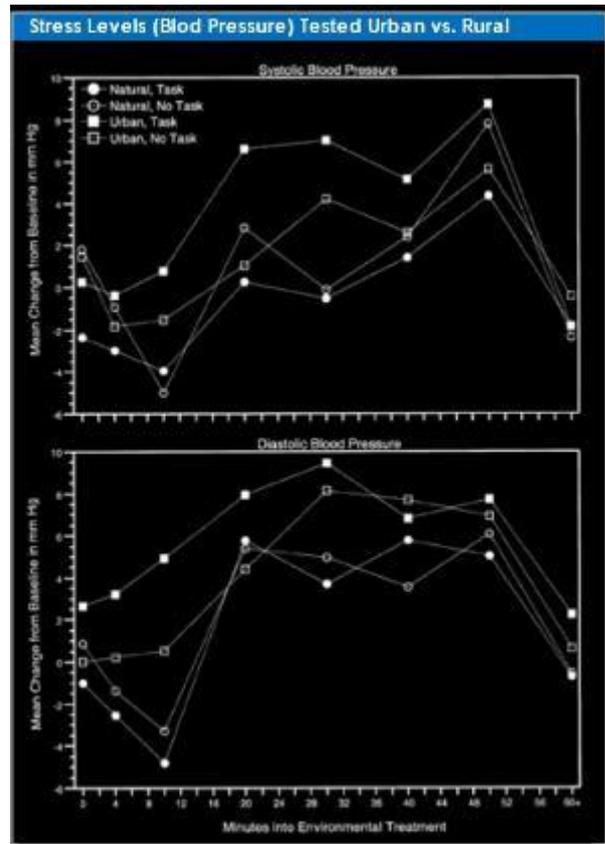
#### A. Manfaat lansekap dalam healing architecture

Menurut Ulrich (2000), pemandangan menuju alam terbuka membuat pasien lebih tenang dan tidak gelisah, serta berkurangnya penggunaan obat rasa sakit.. *Healing architecture* dan kaitannya dengan *landscape* berfokus pada manfaat *landscape* terhadap proses *healing*. Dengan manfaat yang positif, pasien dapat merasa nyaman dan mendapat kondisi psikologis yang stabil.

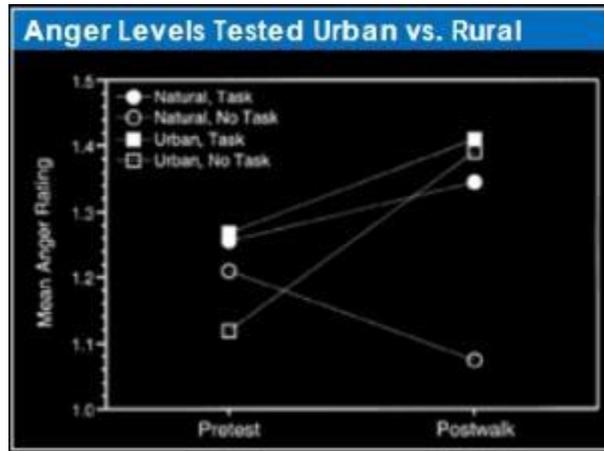


Gambar 2.10 Pengaruh Landscape Pada Kondisi Stress Individu (Schaller,2012)

Ruga (1989) berpendapat bahwa individu dengan kondisi lingkungan perkotaan dan individu pada pedesaan yang identik dengan *landscape* mempunyai kondisi psikologis yang berbeda dan dibuktikan secara biologi melalui pengukuran tekanan darah dan kondisi psikologis individu yang bersangkutan. Dari penelitian



**Gambar 2.11 Pengaruh Landscape Pada Kondisi Stress Individu (Schaller,2012)** tersebut, individu dengan kondisi lingkungan pedesaan memiliki tingkat stress (tekanan darah) rata-rata yang rendah dibandingkan dengan individu perkotaan. Penurunan tingkat stress terjadi ketika individu pada kondisi lingkungan pedesaan melewati kawasan *landscape* alami pedesaan.

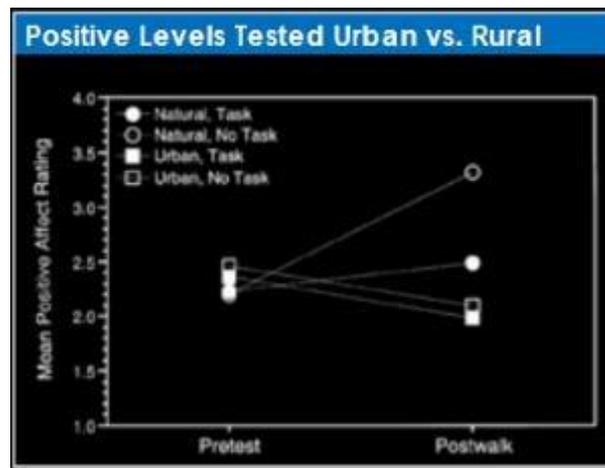


Gambar 2.12 Pengaruh Landscape Pada Kondisi Emosi Individu (Schaller,2012)

Ruga (1989) juga meneliti pengaruh kondisi lingkungan pedesaan dengan kondisi lingkungan perkotaan berkaitan dengan kondisi emosi individu. Dari penelitian dijelaskan bahwa individu memiliki level emosi lebih rendah pada kondisi lingkungan pedesaan dibandingkan dengan kondisi lingkungan perkotaan.

#### B. Tanaman Dengan Fungsi Peneduh

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum nomor 249 (2012), tanaman peneduh adalah jenis tanaman berbentuk pohon dengan percabangan yang



Gambar 2.13 Pengaruh Landscape Pada Psikologis yang Positif (Schaller,2012)

tingginya lebih dari 2 meter dan dapat memberikan keteduhan dan penahan silau cahaya matahari bagi pengguna jalan.

Sedangkan menurut dinas pekerjaan umum pemerintah kabupaten Bantul (2015), kriteria jenis pohon yang digunakan sebagai pohon peneduh antara lain:

- Dapat menyerap gas CO<sub>2</sub> dan timbal secara lebih,
- Dapat menghasilkan Oksigen,
- Tinggi pohon lebih dari 3 meter, namun tidak lebih dari 12 meter
- Rimbun dengan kerapatan daun yang dapat menutupi sinar matahari
- Tajuk luas atau mampu menutupi area yang luas
- Ranting tidak mudah patah tertiup angin kencang
- Ranting atau cabang tidak terlalu besar
- Akar kuat ke dalam tanah
- Akar tidak muncul ke permukaan yang dapat merusak lantai dan tembok
- Serbuk sari tidak bersifat alergi bagi penderita asma.

Adapun pohon yang dapat dijadikan sebagai vegetasi peneduh antara lain:

#### 1. Pohon Tanjung

Batangnya tidak terlalu besar dan terlalu tinggi, namun pohon ini sangat rindang dengan tajuk luas dan tumbuh secara simetris. Daunnya tidak mudah rontok, ranting tidak terlalu besar dan tidak mudah patah. Pohon ini dapat mencapai tinggi 15 meter.

#### 2. Ketapang Kencana

Pohon ketapang berwujud ramping, namun memiliki ranting yang membentang dan bertingkat. Pohon ini memiliki ranting ramping dan daun hijau subur yang bergerombol seperti membentuk payung. Pohon ini memiliki bunga berwarna kehijauan dan buah kecil berukuran 1,5 cm.

#### 3. Pohon Beringin

Pohon beringin tumbuh secara melebar, mengembang dan terkadang kembali ke bawah (menjuntai). Beringin merupakan tanaman yang memiliki kemampuan hidup dan beradaptasi dengan bagus pada berbagai kondisi lingkungan.

#### 4. Glodokan Tiang

Pohon glodokan tiang efektif dalam mengurangi polusi suara. Pohon ini berbentuk piramida simetris dengan cabang seperti pendulum dan daun lanset dengan tepi bergelombang. Pohon ini dapat tumbuh hingga mencapai

30 kaki. Akar glodokan menembus ke dalam tanah dan tidak menjalar secara ekstensif, sehingga tidak mengganggu struktur di dekatnya.

5. Pohon Mangga.

Pohon mangga dapat tumbuh dengan cepat, rimbun, buah dapat dikonsumsi dan akar tidak merusak lantai serta tembok. Pohon ini mempunyai tinggi 4-10 meter.

6. Pohon trembesi.

Pohon trembesi memiliki karakter besar seperti payung dengan akar, batang, dan dahan yang sangat besar. Pohon trembesi mampu menyerap gas karbon dioksida di udara dan dapat menurunkan suhu udara sekitar. Pohon trembesi sanggup menyerap 28 ton gas karbon dioksida setiap tahunnya.

7. Pohon mahoni.

Pohon mahoni tidak mudah terkena hama, tidak mudah tumbang dan tumbuh lurus ke atas dengan tajuk tinggi. Pohon mahoni dapat ditanam sebagai tanaman produksi, dengan nilai ekonomis kayu pohon yang tinggi. Kayu pohon mahoni cukup keras, awet dan memiliki motif serta memiliki warna yang menarik.

8. Pohon Kiara Payung

Pohon kiara patung merupakan pohon tropis yang sangat baik sebagai pohon peneduh karena sangat rindang dan bertajuk luas. Pohon tersebut mampu menyerap CO<sub>2</sub> yang sangat bagus. Tinggi pohon dapat mencapai 11 meter.

9. Pohon Angsana

Angsana memiliki nilai ekonomi yang baik dipasar dunia. Tinggi pohon angsana dapat mencapai 40 meter dengan bentang mencapai 350 cm.

10. Pohon Asam Jawa.

Pohon asam memiliki bentuk pohon yang tinggi, rindang dan berakar kuat. Pohon asam berperan sebagai bahan penghijauan, sebagai penahan angin dan sebagai komponen dalam memperbaiki kawasan yang gersang dan tandus.

C. Aplikasi lansekap pada fasilitas kesehatan

Teori Ulrich (1999) tentang suportif desain taman memberikan pedoman dasar tentang perancangan ruang luar dari rumah sakit. Secara singkat, kerangka ini didasarkan pada pedoman awal bahwa taman dapat membantu mengurangi stress, parameter berkaitan dengan *landscape* tersebut adalah dengan menyediakan akses ke alam dan pengalihan perhatian yang positif.

Alam memberikan perasaan nyaman dan memberikan efek membangkitkan indera, menenangkan pikiran, mengurangi stres, dan membantu individu untuk mengembangkan stabilitas psikologis dalam mendukung penyembuhan secara fisik. Diperlukan beberapa detail tentang aspek tanaman dan aspek pendukung lain agar *landscape* dapat memberikan manfaat terapi yang maksimal. Detail tersebut antara lain :

- Ketersediaan tanaman dalam jumlah yang banyak
- Pemilihan jenis daun atau rumput yang dapat bergerak bergerak dengan pengaruh angin yang sedikit
- kehalusan warna, tekstur, dan bentuk daun yang dapat dinikmati individu pada satu posisi yang nyaman dalam waktu yang lama.
- Tanaman memberikan pengaruh metafora terhadap sifat-sifat tertentu. Contohnya pohon yang dapat memberikan metafora solidaritas, kekuatan dan ketahanan, kemudian tanaman keras memberikan kesan ketekunan dan pembaharuan.
- *Landscape* juga harus mendukung pandangan ke langit sehingga dapat mengamati perubahan formasi awan
- Kolam renang yang mencerminkan langit
- Pohon yang dapat menjadi tempat hidup bagi satwa liar.

## **2.5 Biomimicry**

### **2.5.1 Pengertian Biophilic**

Edward Osborne Wilson (1984) memperkenalkan istilah "*biophilia*" sebagai pendekatan yang menggambarkan adanya ikatan yang kuat antara manusia dengan lingkungan dalam bentuk sifat responsif manusia terhadap aspek bentuk alami dari lingkungan, proses maupun pola-pola dari lingkungan dan sistem kehidupan lainnya dari lingkungan alam. Analogi alami dihadirkan melalui aplikasi material

alam dan replika bentukan alam dalam desain, sedangkan sifat alami ruang dipresentasikan melalui pola dan motif yang berasal dari inspirasi alam. Biophilia mendukung konsep keberadaan manusia dalam alam, serta menggunakan lingkungan buatan untuk memelihara, membangkitkan dan meningkatkan hubungan fisiologis dan psikologis manusia dengan alam.

Menurut Kellert (2008) dalam buku "*Biophilic Design*", kategori dasar dari kerangka design *biophilic* dibagi menjadi tiga jenis pengalaman alam, yaitu:

1. Pengalaman langsung dari alam (*Direct experience of nature*)

Mengacu pada kontak sebenarnya dengan fitur lingkungan dalam lingkungan binaan. Aplikasi dari pengalaman tersebut yaitu dengan menempatkan cahaya alami, udara, tumbuhan, hewan, air, dan lanskap pada bangunan.

2. Pengalaman tidak langsung dari alam (*Indirect experience of nature*)

Mengacu pada kontak dengan representasi atau kesan alam, transformasi alam, atau aplikasi pola tertentu yang khas dari alam. Aplikasi pengalaman pada bahan alami perabotan kayu, pemakaian ornamen yang terinspirasi oleh bentuk alam dan proses lingkungan.

3. Pengalaman ruang dan tempat (*Experience of space & place*)

Mengacu pada fitur spasial (ruang) yang khas dari lingkungan alam yang dapat mendukung kesehatan dan kesejahteraan manusia.

Dari tiga kategori dasar sebagai kerangka design *biophilic* tersebut, muncul empat komponen umum dalam design *biophilic*, yaitu :

1. Pengalaman langsung dari alam (*Direct experience of nature*)

- A. Cahaya (*Light*): Pengalaman cahaya alami penting bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Cahaya alami memungkinkan orientasi terhadap kondisi siang, malam dan kondisi musim sebagai respons siklus matahari.

- B. Udara (*Air*): Ventilasi alami penting untuk kenyamanan dan produktivitas manusia. Pengalaman ventilasi alami di lingkungan binaan dapat ditingkatkan dengan variasi aliran udara, suhu, kelembaban, dan tekanan barometrik.

- C. Air (*water*): Air sangat penting untuk kehidupan dan aspek positifnya di lingkungan binaan dapat mengurangi stres, meningkatkan kepuasan dan meningkatkan kesehatan serta kinerja. Daya tarik air sangat terasa bila dikaitkan dengan indra penglihatan, suara, sentuhan, rasa, dan gerakan.
- D. Tanaman (*Plant*): Vegetasi, terutama tanaman berbunga, merupakan salah satu strategi paling sukses untuk membawa pengalaman langsung alam ke dalam lingkungan binaan. Kehadiran tanaman dapat mengurangi stres, berkontribusi terhadap kesehatan fisik, meningkatkan kenyamanan, dan meningkatkan kinerja dan produktivitas.
- E. Binatang (*Animal*): Kehadiran aspek binatang menjadi bagian dari pengalaman manusia, namun kemunculan binatang pada lingkungan binaan menjadi tantangan dan terkadang kontroversial. Kontak positif dengan kehidupan binatang dapat dicapai melalui strategi perancangan seperti atap hijau, kebun, aquarium, *aviaries*, dan penggunaan teknologi modern yang kreatif.
- F. Cuaca (*Weather*): Kesadaran dan respons terhadap cuaca menjadi fitur penting dari pengalaman manusia terhadap alam serta berpengaruh penting bagi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Strategi desain mencakup pandangan ke luar, jendela, beranda, geladak, balkon, paviliun dan kebun.
- G. *Landscape* dan ekosistem alami (*Natural landscape & ecosystem*): Bentang alam dan ekosistem terdiri dari tanaman, hewan, air, tanah, batu, dan geologi yang saling berhubungan. Ekosistem fungsional kaya keanekaragaman hayati dan mendukung berbagai proses ekologi seperti siklus hidrologi, siklus nutrisi, penyerbukan, dekomposisi, dan lainnya. Kontak dengan sistem alam dapat dipupuk oleh pandangan, platform pengamatan, interaksi langsung, dan bahkan partisipasi aktif.
- H. Api (*Fire*): Salah satu prestasi terbesar manusia adalah pengendalian terhadap api yang memungkinkan pemanfaatan energi di luar

kehidupan hewan, dan memfasilitasi transformasi objek dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Kehadiran api pada lingkungan binaan dapat dicapai melalui pembangunan perapian dan tungku perapian, simulasi penggunaan cahaya, warna, gerakan, dan bahan.

2. Pengalaman tidak langsung dari alam (*Indirect experience of nature*)

- A. Gambar alam (*Images of nature*): Citra dan representasi alam di lingkungan binaan berupa gambar tumbuhan, hewan, *landscape*, air dan fitur geologi, dapat memuaskan manusia secara emosional dan intelektual.
- B. Material alami (*Natural material*): Bahan alami bisa sangat memicu pengalaman alami. Bahan alami mencerminkan sifat organik yang memunculkan respons adaptif manusia terhadap tekanan dan tantangan bertahan hidup pada lingkungan alami.
- C. Warna alami (*Natural color*): Manusia berevolusi sebagai makhluk hidup yang aktif pada siang hari, sehingga warna menjadi aspek penting untuk mendukung kehidupan manusia dalam menemukan makanan, air, dan sumber lainnya, serta memfasilitasi gerakan manusia.
- D. Aplikasi cahaya dan udara alami (*Simulating natural light and air*): Cahaya buatan dapat dirancang untuk meniru kualitas spektral dan dinamis dari cahaya alami. Pengkondisian udara juga dapat mensimulasikan kualitas ventilasi alami melalui variasi aliran udara, suhu, kelembaban dan tekanan *barometric*.
- E. Bentuk alami (*Naturalistic shapes and forms*): Bentuk alami sangat beragam mulai dari pola seperti daun pada kolom, bentuk tanaman pada fasad bangunan, hingga wajah binatang yang ditunen menjadi kain dan penutup. Terjadinya bentuk alami dapat mengubah ruang statis menjadi ruang yang memiliki kualitas dinamis dan ambient sistem kehidupan.
- F. Menghadirkan alam (*Evoking nature*): Pengalaman alam yang memuaskan juga bisa terungkap melalui penggambaran imajinatif dan fantastis. Representasi ini mungkin tidak secara harfiah terjadi di alam,

namun tetap menarik dari prinsip desain yang secara mencolok dihadapi di alam.

G. Kekayaan informasi (*Information richness*): Keragaman dan variabilitas alam telah digambarkan sebagai lingkungan yang paling kaya informasi oleh masyarakat. Manusia merespons positif lingkungan dengan beragam informasi yang menyajikan banyak pilihan dan peluang, namun batasan kompleksitas yang dialami manusia harus dalam batas yang normal.

H. Aspek umur, perubahan dan proses dari waktu (*Age, change & the patina of time*): Hidup mencerminkan kekuatan dinamis terhadap pertumbuhan dan penuaan. Orang merespon positif terhadap kekuatan dinamis yang terus berubah dan aspek waktu yang mengungkapkan kemampuan alam untuk merespons terhadap kondisi yang berubah.

I. Unsur geometri dari alam (*Nature geometry*): Geometri alam mengacu pada sifat matematis yang biasa ditemui di alam. Di dalamnya terdapat karakteristik alam berkaitan dengan skala yang disusun secara hierarkis, geometri buatan yang berliku-liku, aspek pengulangan sendiri dan berbagai pola alam dalam geometri.

J. Biomimikri (*Biomimicry*): *Biomimicry* mengacu pada bentukan dan fungsi dari alam, yang karakteristiknya dapat diadopsi atau memberikan solusi untuk kebutuhan dan masalah manusia.

### 3. Pengalaman ruang dan tempat (*Experience of space & place*)

#### A. Prospek dan tempat berlindung (*Prospect and refuge*)

Manusia berevolusi dengan merespon terhadap prospek dan perlindungan. Prospek mengacu pada pandangan lama tentang pengaturan sekitar yang memungkinkan manusia memahami peluang dan bahaya, sementara tempat perlindungan merupakan tempat bagi keamanan dan keselamatan manusia.

#### B. Kompleksitas terorganisir (*Organized complexity*)

Ruang kompleks cenderung bervariasi dan beragam, sementara yang terorganisir memiliki atribut koneksi dan koherensi.

C. Integrasi setiap bagian terhadap keseluruhan (*Integration of parts to wholes*)

Perasaan menyatu antar bagian ruang dapat dicapai melalui keterkaitan sekuensial dan suksesi ruang, serta penempatan batas-batas yang jelas dan dapat dilihat. Integrasi ruang yang memberikan kenyamanan dapat ditingkatkan dengan menempatkan titik fokus sentral yang terjadi secara fungsional dan tematis.

D. Ruang transisi (*Transitional spaces*)

Mengatur lingkungan sangat bergantung pada koneksi yang dapat dipahami dengan jelas antara ruang-ruang yang difasilitasi.

E. Mobilitas dan alur jalan (*Mobility and wayfinding*)

Kenyamanan dan kesejahteraan manusia dipengaruhi oleh antar ruang yang beragam dan seringkali rumit. Pemahaman tentang jalur, titik masuk dan jalan keluar, sangat penting untuk mendorong mobilitas dan perasaan aman. Tidak adanya kejelasan dalam jalur serta akses sering menimbulkan kebingungan dan kecemasan.

F. Aplikasi budaya dan ekologi sesuai dengan tempat (*Cultural and ecological attachment to place*).

Manusia berevolusi sebagai makhluk teritorial yang mempromosikan pengendalian sumber daya, meningkatkan keamanan dan keselamatan, serta memfasilitasi gerakan dan mobilitas. Tempat yang akrab mencerminkan kecenderungan teritorial, dan dapat ditingkatkan dengan cara budaya serta ekologi. Desain yang relevan secara budaya mencerminkan hubungan antara tempat dan perasaan, sehingga ruang memiliki identitas sesuai dengan manusia tertentu.

Kellert (2008) mengemukakan nilai-nilai biophilia yang dapat menjadi referensi bagi desain biophilik yaitu:

- Nilai utilitarian : Menekankan nilai material alam
- Nilai naturalistik : Menekankan kepuasan dalam mengeksplorasi alam
- Nilai ekologistik saintifik : Menekankan studi sistematik patra biofisika, struktur, fungsi alam

- Nilai estetik: Menekankan respons emosional pada keindahan alam.
- Nilai simbolik: Menekankan kecenderungan alam sebagai media komunikasi dan pemikiran
- Nilai humanistik: Menekankan ikatan emosional manusia terhadap elemen kehidupan alam.
- Nilai moralistik: Menekankan pemahaman alam sebagai makna spiritual
- Nilai dominionistik: Menekankan hasrat untuk menguasai alam
- Nilai negativistik: Menekankan sikap kecemasan dan kekhawatiran terhadap alam.

### **2.5.2 Hubungan *Biophilic* dan *Biomimicry***

Menurut buku “*the relationship between architecture and nature in the form of beauty*” yang ditulis oleh Kieran, hubungan arsitektur dan alam berkaitan dengan konsep bangunan *sustainability*. Dalam beberapa kasus, elemen tidak mengarah pada aspek estetika bangunan melainkan pada elemen “aditif” yang pada penerapannya bertolak belakang dengan penampilan estetika bangunan. Kemudian muncul pemikiran yang menyarankan arsitektur untuk memperhatikan alam dalam proses perancangan bangunan. Konsep tersebut digunakan untuk menggali solusi dari proses perancangan arsitektural dengan memperhatikan alam sebagai obyek.

*Biophilic* merupakan pendekatan yang menggambarkan ikatan kuat manusia dengan lingkungan dalam bentuk sifat responsif manusia terhadap aspek alami dari lingkungan, proses, pola-pola dari lingkungan dan sistem kehidupan lain dari alam. *Biophilic* dibagi menjadi tiga kategori dasar, yaitu pengalaman langsung dari alam (*Direct experience of nature*), pengalaman tidak langsung dari alam (*Indirect experience of nature*) dan pengalaman ruang dan tempat (*Experience of space & place*). *Biophilic* menempatkan aspek alam secara langsung maupun tidak langsung dari elemen alam kedalam bangunan. Salah satu aspek dari *biophilic* yang memiliki karakter aspek inovasi dalam penyelesaian masalah pada pengalaman tidak langsung dari alam (*Indirect experience of nature*) adalah *biomimicry*.



**Gambar 2.14** Aspek pengalaman dan komponen *biophilic* ( Keller SR, 2008)

Berdasarkan pendapat kieran pada paragraf pertama, aspek alam diharapkan dapat menjadi aspek dasar pengembangan bangunan dengan aplikasi aspek alam secara lebih dalam, sehingga bangunan tidak menjadi bangunan aditif. Berkaitan dengan pendekatan *biophilic*, sebagian besar komponen merupakan aspek aplikasi langsung dari alam, khususnya pada pengalaman langsung dari alam (*Direct experience of nature*). Dua aspek tersebut bertentangan, sehingga dibutuhkan aspek yang dapat menggali lebih dalam aspek alam agar dapat digunakan dalam bangunan, serta tidak bersifat aditif pada bangunan.

*Biomimicry* menjadi pendekatan yang dapat menggali aspek dasar dari alam sebagai bagian dari pengalaman tidak langsung dari alam (*Indirect experience of nature*) dalam pendekatan *biophilic*. *Biomimicry* dapat mengembangkan konsep alam dalam bangunan dengan memperhatikan aspek estetika bangunan, sehingga dapat menghindari bentukan bangunan yang bersifat aditif.

### 2.5.3 Pengertian *Biomimicry*

Konsep *biomimicry* merupakan pengembangan ide-ide inspirasi dari alam dan transfer mereka untuk membuat solusi desain yang berkelanjutan. Konsep ini

dianggap sebagai solusi yang menjanjikan untuk pembangunan berkelanjutan. *Biomimicry* berbeda dari konsep ramah lingkungan atau konsep hijau lainnya. Hewan, tumbuhan dan mikroba adalah insinyur terampil. Mereka telah menemukan sesuatu yang berhasil, sesuatu yang pantas dan yang paling penting, sesuatu yang berlangsung di bumi (Benyus,1998).

Menurut Yael Helfman Cohel & Yoram reich dalam “*Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*”, alam berfungsi sebagai model, mentor dan ukuran untuk mempromosikan desain inovasi berkelanjutan, bukan hanya sumber bahan. Alam merupakan aspek yang memuat strategi bertahan hidup dalam jangka waktu yang sangat lama, sehingga konsep dasar yang terdapat pada alam merupakan hasil dari proses adaptasi alami dengan pengujian secara langsung oleh lingkungan itu sendiri.

Beberapa mekanisme biologis ditiru secara langsung (*biomimicry*, *biomimetik*, *bionic*) (Cohen,2016). Biomimicry merupakan konsep yang mengarah pada konteks meniru aspek khusus dari alam untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Peniruan tersebut dilakukan untuk memudahkan perancang dalam membuat rancangan dengan membandingkan aspek alam dan arsitektur dalam menemukan solusi permasalahan arsitektural.

#### A. *Biomimicry* sebagai sarana inovasi

*Biomimicry* telah diidentifikasi sebagai sarana untuk mengatasi kebutuhan inovasi berkelanjutan saat ini (Cohen,2016). Banyaknya aspek solusi yang ada pada alam dan digunakan untuk mengatasi masalah manusia menjadi alasan dari *biomimicry* dipakai sebagai sarana inovasi. Dengan melakukan design proses biomimicry, perancang dapat menghasilkan inovasi baru yang berbasis dari alam untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang.

Banyaknya organisme yang berada di alam membuat manusia memiliki banyak solusi atas masalah yang dihadapi. Dengan meniru konsep alam dalam menemukan inovasi baru, manusia memiliki kebebasan dalam menggunakan konsep alam tersebut dalam inovasi yang dilakukannya. Berbeda dengan konsep khusus yang memiliki ketentuan hak paten untuk dikembangkan lebih jauh, sehingga menjadi faktor penghalang dalam pengembangan inovasi.

Pengembangan konsep alam pada *biomimicry* menggunakan metode analogi dengan melakukan transfer dari domain tertentu menuju domain yang lain pada konteks yang sama. Metode tersebut memberikan kesempatan untuk membuat inovasi dalam dua domain yang berbeda, sehingga satu konsep dasar alam dapat dikembangkan sebagai ide inspiratif bagi berbagai domainlain yang memiliki konteks sama.

#### B. Pendekatan *Biomimicry*

Menurut Zari (2007), pendekatan *biomimicry* dikelompokkan menjadi dua aspek yaitu:

##### 1. *Design Looking to Biology*

Perancang diharuskan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi dan memahami potensi dari alam. Kemudian perancang mencocokkan dua aspek tersebut dengan organisme yang telah memecahkan masalah serupa.

##### 2. *Biology Influencing Design*

Proses bergantung pada pengetahuan tentang penelitian biologi atau ekologi yang relevan tentang masalah desain yang ditentukan. Diawali dengan memilih konsep unik dari alam kemudian mencocokkan dengan potensi yang dapat diselesaikan dengan konsep tersebut.

Menurut Cohen (2016), pendekatan *biomimicry* dibagi menjadi dua yaitu:

##### 1. *Biomimetic Design Process Stages—From a Problem to Biology*

Pendekatan dimulai dengan mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan, kemudian mencari konsep organisme dari alam dengan kemampuan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

##### 2. *Biomimetic design process stages—from biology to an application*

Pendekatan dimulai dengan memilih konsep organisme dari alam yang memiliki ciri khas unik, kemudian mencari konsep permasalahan yang dapat diselesaikan dengan konsep organisme tersebut.

#### 2.5.4 Klasifikasi *Biomimicry*

Maibritt Pedersen Zari memecah *biomimicry* menjadi tiga kategori yang berbeda atau "level"; organisme, perilaku, dan ekosistem (Zari, 2007). Dalam

masing-masing tingkatan akan muncul kemungkinan dimensi mimikring. Sebuah *design* dapat bersifat *biomimetik* pada aspek bentuk (*form*), bahan (*material*), bagaimana *design* tersebut dibuat (*konstruksi*), cara kerja (*proses*) atau apa yang bisa dilakukan oleh *design* tersebut (*fungsi*).

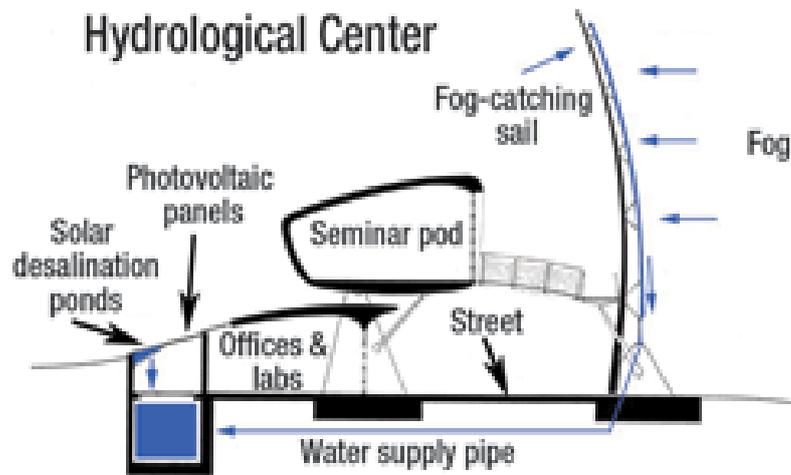
**Tabel 2.16 Level Dan Dimensi *Biomimicry***

<b>Biomimicry</b>		<b>Contoh</b>
<b>Level</b>	<b>Dimensi</b>	<b>(Aspek Biomimicry Dari Rayap)</b>
<b>Level Organisme</b> (Mimikri Organisme tertentu)	Form	Bangunan menyerupai rayap
	Material	Bangunan terbuat dari bahan yang sama seperti rayap ( sistemkulit luar/exoskeleton pada rayap)
	Konstruksi	Bangunan dibuat dengan cara yang sama seperti rayap (melalui berbagai siklus pertumbuhan)
	Proses	Bangunan bekerja dengan cara yagn sama sseperti individu rayap (menghasilkan hidrogen secara efisien melalui meta-genomik)
	Fungsi	Bangunan berfungsi seperti rayap dalam konteks yang lebih luas (mendaur ulang limbah selulosa dan menghasilkan tanah)
<b>Level Perilaku</b> (Mimikri tentang bagaimana organisme berperilaku atau berhubungan dengan konteks yang lebih luas)	Form	Bangunan tampak seperti dibuat oleh rayap (replika gundukan rayap)
	Material	Bangunan terbuat dari bahan yang sama dengan bahan yang digunakan oleh rayap (tanah halus yang dicerna)
	Konstruksi	Bangunan dibuat menyeruoai konstruksi rayap (penempatan tiang pada area tertentu dalam bangunan)
	Proses	Bangunan bekerja dengan sistem yagn sama seperti gundukan sarang rayap (bahan bangunan, ventilasi alami atau sistem kerja sama pada rayap)
	Fungsi	Bangunan berfungsi dengna sistem yagn sama dengan bagnunan rayap (kontrol suhu dengan mengatur kondisi internal dari bangunan)
<b>Level Ekosistem</b> (Mimikri dari suatu ekosistem)	Form	Bangunan tampak seperti ekosistem yang dihuni oleh rayap
	Material	Bangunan dibuat dari jenis bahan yang sama dari ekosistem rayap (menggunakan senyawa umum alami dan air sebagai media kimia utama)
	Konstruksi	Bangunan dirakit dengan cara yang sama seperti prinsip ekosistem rayap (dengan sukssi dan peningkatan kompleksitas dari waktu ke waktu)
	Proses	Bangunan bekerja dengan cara yang sama seperti ekosistem rayap (menangkap dan mengubah energi dari matahari serta menyimpan air)

	Fungsi	Bangunan berfungsi dengan cara yang sama seperti ekosistem (rayap) dan menjadi bagian dari sistem yang kompleks dengan memanfaatkan hubungan antara proses (dapat berpartisipasi dalam siklus hidrologi, karbon dan nitrogen)
--	--------	---

Sumber: Zari,2007)

#### A. Level organisme



**Gambar 2.15 Design Aplikasi Konsep Dasar Pada Bangunan (Maglic,2014)**

Tingkat pertama adalah level organisme yang menggunakan prinsip dari organisme tertentu, baik dari hewan, tumbuhan dan mikroba. Penggunaan prinsip tersebut dapat berupa penggunaan seluruh konsep organisme atau sebagian konsep dari organisme tersebut.

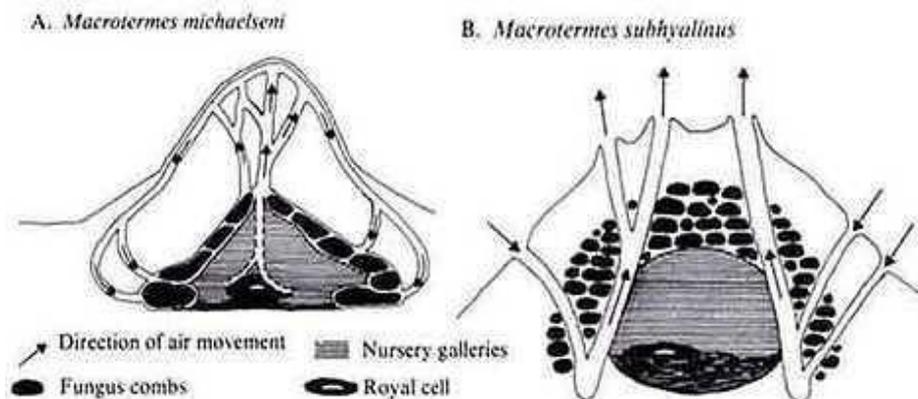
Pada contoh level organisme terdapat pada bangunan *Hydrological Center for the University of Namibia* yang menggunakan konsep dari adaptasi kumbang Namibia dalam bangunan berkaitan dengan kemampuan hewan tersebut dalam mengumpulkan air.



Gambar 2.16 Konsep Pengumpulan Air Dari Kumbang Namibia(Maglic,2014)

B. Level perilaku

Tingkat kedua adalah level perilaku yang menggunakan perilaku dari organisme tertentu, baik dari hewan, tumbuhan dan mikroba. Penggunaan konsep perilaku yang dimaksud dalam aspek *biomimicry* adalah perilaku atau tindakan untuk bertahan hidup. Pada contoh level organisme terdapat perilaku



Gambar 2.17 Sistem Penyesuaian Bukaan Pada Sarang Untuk Penyesuaian Suhu (Maglic,2012)

yang dilakukan oleh organisme rayap dengan menggunakan strategi khusus dalam menjaga makanan dari rayap tersebut yaitu jamur agar dapat terus bertahan hidup. Rayap tersebut memanfaatkan sarang mereka berupa gundukan tanah untuk menyimpan sumber makanan berupa jamur. Jamur yang disimpan pada sarang tersebut memiliki spesifikasi khusus agar dapat bertahan hidup yaitu keadaan suhu yang persis berada pada 87 derajat *fahrenheit*. Untuk menjaga jamur tersebut dari penurunan suhu yang ekstrim akibat perubahan siang dan malam pada area luar sarang, rayap mengembangkan strategi ventilasi udara

pada sarang tersebut dengan melakukan perubahan pada sarang berkaitan dengan bukaan pada sarang agar mendapatkan udara dari luar sarang untuk membuat kestabilan pada area di dalam sarang.

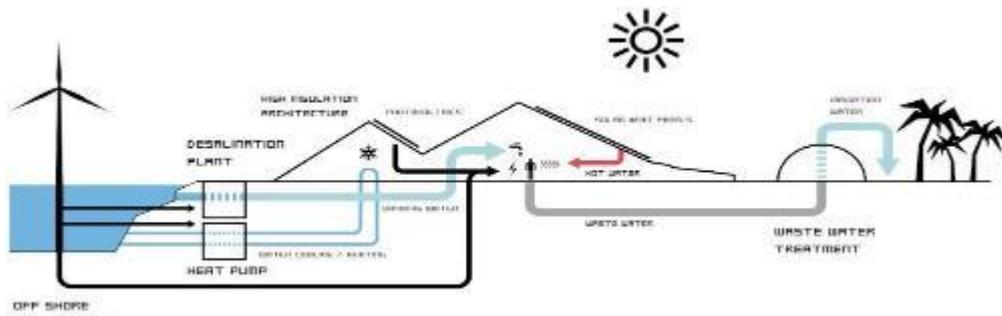
### C. Level Ekosistem

Tingkat ketiga adalah ekosistem yang mengacu pada peniruan konsep ekosistem yang spesifik dan keberhasilan dari fungsi ekosistem tersebut. Pada level ekosistem terdapat aspek-aspek yang luas dalam peniruan organisme pada tingkatan tertentu, khususnya pada elemen-elemen dan prinsip yang ada pada organisme.

Contoh proses mimiking pada level ekosistem pada gambar menggunakan konsep ekosistem dari geografis dari Azerbaijan pada area gunung. Konsep tersebut mengembangkan konsep ekosistem daerah pegunungan yang menjadi karakter daerah tersebut. Pada tahap tersebut, tidak hanya bangunan yang memiliki aspek/ konsep gunung, namun berkembang pada daerah sekitar



**Gambar 2.18 Konsep Bangunan Biomimicry Ekosistem (Maglic,2012)**



Gambar 2.19 Sistem Elemen Bangunan (Maglic,2012)

bangunan dan sistem aplikasi elemen ekosistem pegunungan yang terdapat pada obyek mimiking yang asli.

## 2.6 Kajian Preseden

### 2.6.1 Klinik Kesehatan & *Healing Architecture*

Obyek kajian preseden dalam konteks fungsi bangunan dan pendekatan healing architecture antara lain *Caboolture Super Clinic*, *Maro X Hako* dan *Forest Clinic*. Ketiganya merupakan bangunan klinik kesehatan yang menggunakan pendekatan healing architecture.

#### Obyek Presedent Klinik 1

##### Caboolture Super clinic

Arsitek:  
Hamilton Wilson, Brent Hardcastle  
Lokasi:  
Caboolture QLD 4510, Australia  
Tahun:  
2015  
Sumber:  
[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Gambar 2.20 Tampak Depan Caboolture super clinic (Archdaily, 2017)

#### KAJIAN PRESEDEN

##### Konsep Klinik

Ide/konsep klinik yang dikembangkan pada bangunan adalah konsep alam (hutan) Aspek alam berfungsi sebagai aspek pendukung kenyamanan dari bangunan untuk mempercepat kesembuhan pasien (healing architecture).  
Komponen alam tersebut diwujudkan dalam aplikasi vegetasi dalam bangunan, bentukan interior dan warna.

##### Aplikasi Konsep Klinik

- 
1. Vegetasi dalam bangunan  
Aplikasi vegetasi pada bangunan memberikan kenyamanan psikologis pada manusia di dalam bangunan sehingga dapat mendukung kesembuhan pasien. terdapat pula halaman pada klinik yang berfungsi sebagai area bersosialisai antar individu.



Gambar 2.21 Halaman Caboolture super clinic (Archdaily, 2017)

- 
2. Bentuk interior  
Bentuk interior merupakan refleksi dari bentuk-bentuk alam untuk mendukung suasana tenang dalam bangunan. Aplikasi material alam juga memberikan pengaruh pada aspek alam dalam bangunan.



Gambar 2.22 Interior Caboolture super clinic (Archdaily, 2017)

- 
3. Warna  
Aplikasi warna hijau pada bangunan memberikan kesan tenang secara psikologis terhadap bangunan tersebut, sehingga pasien dapat merasa lebih nyaman.



Gambar 2.23 Warna Caboolture super clinic (Archdaily, 2017)

---

## Obyek Presedent Klinik 2

### Maro X Hako

**Arsitek:**  
Keisuke Maeda  
**Lokasi:**  
Fukuyama-city, Hiroshima, Japan  
**Tahun:**  
2009  
**Sumber:**  
[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Gambar 2.24 Tampak Depan Maro X Hako (Archdaily, 2017)

---

## KAJIAN PRESEDEN

### Konsep Klinik

Konsep yang dikembangkan oleh klinik adalah menghadirkan suasana dari budaya jepang “Zen” yang memiliki arti lebih dalam sebagai proses meditasi. Konsep meditasi pada bangunan dimunculkan dengan menggunakan komponen alam dan material bangunan. Komponen alam yang dipakai dalam bangunan tersebut adalah aspek landscape berupa pohon yang ditempatkan pada posisi yang berhadapan dengan pasien, sehingga memungkinkan untuk diamatai oleh pasien ketika mendapatkan prosedur pengobatan.

---

---

## Aplikasi Konsep Klinik

---

1. Elemen Material Bangunan  
Material pembentuk ruang pada bangunan menggunakan material dari alam berupa kayu dengan finishing warna yang alami, sehingga dapat mendukung kenyamanan pasien.



Gambar 2.25 Interior Maro X Hako (Archdaily, 2017)

2. Elemen Vegetasi  
Vegetasi pada bangunan ditempatkan pada posisi yang berhubungan dengan bukaan pada ruang periksa, sehingga pasien di dalam ruang tersebut dapat merasakan manfaat dari vegetasi tersebut.



Gambar 2.26 Vegetasi Maro X Hako (Archdaily, 2017)

---

## Obyek Preseden Klinik 3

---

### Forest Clinic

**Arsitek:**  
Shinichi Ogawa & Associates  
**Lokasi:**  
Tochigi Prefecture, Japan  
**Tahun:**  
2010  
**Sumber:**  
[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Gambar 2.27 Tampak Forest Clinic (Archdaily, 2017)

---

## KAJIAN PRESEDEN

---

### Konsep Klinik

---

Konsep yang diaplikasikan pada bangunan adalah konsep hubungan ruang luar dan ruang dalam bangunan. Dengan mendekati aspek internal dan aspek external berupa alam, diharapkan dapat memberikan kenyamanan bagi pasien dan staff melalui hubungan yang harmonis antara dua aspek tersebut.

Konsep hubungan yang dekat dilakukan dengan memberikan batasan yang minim antara bangunan dan lingkungan.

---

## Aplikasi Konsep Klinik

---

- 
1. Elemen Material Bangunan  
Material kaca digunakan untuk memberikan batasan keamanan bangunan namun tidak membatasi visual dari dalam bangunan menuju area luar bangunan. Kondisi tersebut memungkinkan bangunan untuk mendapatkan cahaya alami yang melimpah dan mendapatkan manfaat lingkungan hijau disekitar bangunan untuk mendukung kondisi psikologis pasien.



Gambar 2.28 Interior Forest Clinic (Archdaily, 2017)

- 
2. Elemen Ruang Dalam (Hall)  
Dengan menempatkan area hall pada bagian depan bangunan, aspek visibilitas dari komponen kaca dalam bangunan dapat berfungsi secara maksimal.



Gambar 2.29 Hall Forest Clinic (Archdaily, 2017)

---

## 2.6.2 Bangunan dan *Biomimicry*

### Obyek Precedent Biomimicry 1

#### Eastgate Center

**Arsitek:**

**Mick Pearce**

**Lokasi:**

**Robert Mugabe Avenue and Second Street,  
Zimbabwe**

**Tahun:**

**1996**

**Sumber:**

**[www.mickpearce.com](http://www.mickpearce.com)**



Gambar 2.30 Tampak Eastgate Center  
([www.mickpearce.com](http://www.mickpearce.com), 2017)

---

### KAJIAN PRESEDEN

#### Konsep Biomimicry

Ide/konsep biomimicry pada bangunan terdapat pada sistem sirkulasi udara dari bangunan yang mengadaptasi ide sirkulasi udara dari sarang rayap.

Konsep sirkulasi tersebut memanfaatkan massa jenis udara pada suhu tertentu untuk menggerakkan udara pada bangunan. Udara dengan suhu tinggi memiliki massa jenis yang lebih ringan, sehingga udara tersebut akan bergerak menuju bagian atas bangunan dan dikeluarkan dari bangunan. Udara dingin disuplai dengan menggunakan media air yang berada pada lantai

---

---

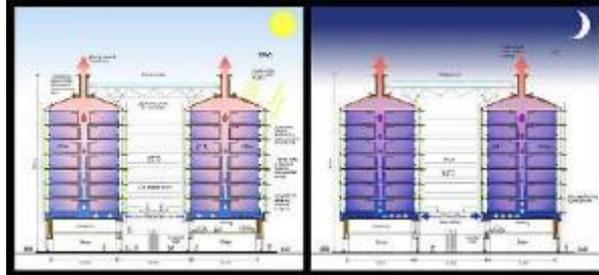
bangunan. Akibat dari pemanasan pada bagian lantai bangunan, uap air akan bergerak dari lantai menuju saluran udara panas pada cerobong udara bangunan.

---

### Aplikasi Konsep Biomimicry

---

1. Sirkulasi udara pada bangunan secara keseluruhan



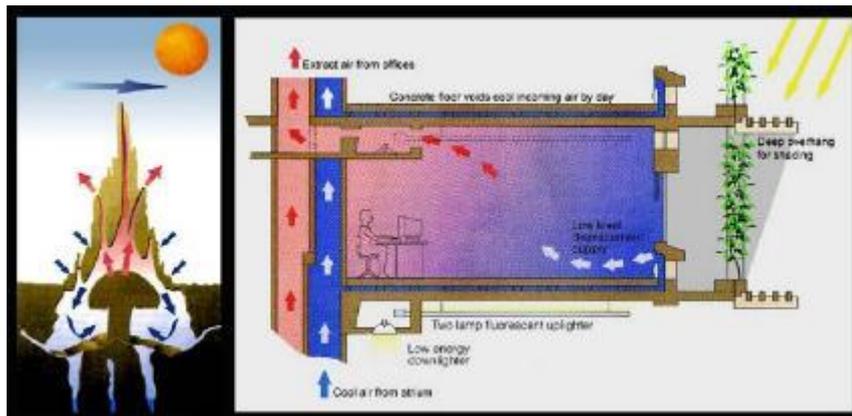
Gambar 2.31 Konsep Penghawaan (www.mickpearce.com, 2017)

Sirkulasi udara dalam bangunan bergerak dari bagian bawah bangunan menuju bagian atas bangunan. Bagian atas bangunan berupa cerobong udara yang berfungsi sebagai jalur keluarnya udara panas yang berasal dari dalam bangunan.

Pada bagian bawah bangunan terdapat penampungan air yang akan disuplai pada bangunan sebagai elemen pendingin udara. Air tersebut dipompa keseluruh bangunan dan menguap pada masing-masing lantai, kemudian bergerak menuju cerobong udara dan menuju keluar ruangan.

2. Sirkulasi udara dalam ruang

Sirkulasi udara didalam ruang dialirkan dengan memanfaatkan massa jenis udara akibat suhu yang ada pada ruang. Udara dengan suhu tinggi akan bergerak menuju ke atas bangunan melalui cerobong udara, sedangkan udara yang lebih dingin akan keluar dari lantai bangunan akibat adanya perbedaan tekanan udara dari pergerakan udara panas keluar bangunan. Udara dingin tersebut kemudian masuk kedalam ruang. Setelah suhu udara dingin tersebut naik, udara akan bergerak menuju cerobong untuk bergerak keluar bangunan.



Gambar 2.32 Transfer ide sarang semut (www.mickpearce.com, 2017)

### Obyek Precedent Biomimicry 2

---

---

## Esplanade Theatres on The Bay

Arsitek:

DP Architects Pte Ltd (Singapore)

Michael Wilford & Partners (UK)

Lokasi:

Prime waterfront land, Marina Bay, Singapore

Tahun:

2002

Sumber:

[www.dpa.com.sg](http://www.dpa.com.sg)

[www.Arteconsultants.com](http://www.Arteconsultants.com)

[www.esplanade.com](http://www.esplanade.com)



Gambar 2.33 Tampak Esplanade Theatres of The Bay (www.Arteconsultants.com, 2017)

---

### KAJIAN PRESEDEN

#### Konsep Biomimicry

Ide/konsep biomimicry pada bangunan terdapat pada selubung bangunan, yaitu dengan mengaplikasikan bentuk kulit dari buah durian pada bangunan.

Kulit durian memiliki konsep bentuk sebagai kulit yang melindungi buah dari lingkungan. Konsep tersebut kemudian diaplikasikan pada bangunan dengan menempatkan bentuk kulit durian pada selubung bangunan untuk melindungi bangunan dari lingkungan berupa panas.

Bentuk kulit durian digunakan sebagai shading dalam bangunan yang melindungi dari panas namun tetap mendukung visibilitas dari dalam ruang.

---

#### Aplikasi Konsep Biomimicry

1. Bentuk kulit durian sebagai shading bangunan  
Bentuk shading tersebut berfungsi melindungi bangunan dari sinar matahari, sehingga suhu dalam ruang berada pada batas nyaman. Hal tersebut sesuai dengan konsep kulit buah durian yang berfungsi sebagai aspek pelindung dari buah durian.



Gambar 2.34 Konsep Esplanade Theatres of The Bay (www.dpa.com.sg, 2017)

2. Aspek Visibilitas Bangunan  
Bentukan shading dari bangunan memiliki fungsi lain yaitu menjaga visibilitas dari dalam ruang dapat terwujud. Shading tersebut melindungi bangunan namun tidak menghalangi visibilitas dari dalam bangunan, sehingga pengunjung masih dapat melihat lingkungan sekitar dari dalam bangunan.



Gambar 2.35 Aspek Visibilitas Esplanade Theatres of The Bay (www.esplanade.com, 2017)

---

### Obyek Presedent Biomimicry 3

---

---

## Firma Casa Store

Arsitek:  
**SuperLimão Studio + Campana Brothers**  
Lokasi:  
**Sao Paulo, Brazil**  
Tahun:  
**2011**  
Sumber:  
[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)



Gambar 2.36 Tampak Firma Casa Store (Archdaily, 2017)

---

### KAJIAN PRESEDEN

#### Konsep Biomimicry

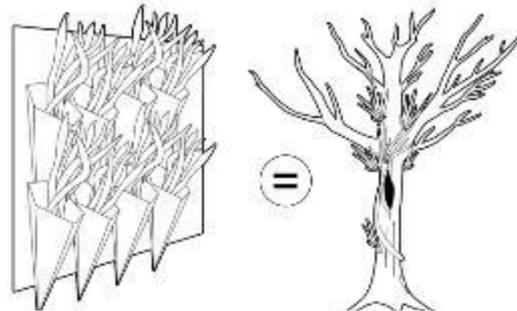
Ide/konsep biomimicry pada bangunan terdapat pada dinding bangunan yang digunakan sebagai media tanam dari tanaman.

Konsep hutan hujan yang dipakai adalah konsep tumbuhan parasit yang tumbuh pada tanaman lain dengan ukuran yang lebih besar.

Konsep tanaman parasit tersebut digunakan pada bangunan dengan mengaplikasikan media tanam berupa pot pada dinding bangunan sehingga terbentuk media tanam vertikal pada bangunan.

#### Aplikasi Konsep Biomimicry

1. Konsep tanaman parasit pada dinding bangunan  
Konsep hutan hujan memberikan inspirasi pada perancangan dengan menganalogikan bangunan sebagai pohon yang menjadi aspek pendukung dari perkembangan tanaman lain yang tumbuh pada pohon tersebut.



Gambar 2.37 Konsep Firma Casa Store (Archdaily, 2017)

2. Pot tanaman pada dinding bangunan  
Dengan menganalogikan bangunan sebagai pohon, maka dinding bangunan merupakan media dari tanaman untuk tumbuh. Pada bangunan tersebut, tanaman tumbuh pada media tanah yang diletakkan pada pot tanaman. Bangunan mendapatkan manfaat dari tanaman tersebut melalui perlindungan tanaman pada bagian dinding sehingga peningkatan suhu dalam bangunan dapat berkurang.



Gambar 2.38 Aplikasi Konsep Firma Casa Store (Archdaily, 2017)

---

### Obyek Precedent Biomimicry 4

## Manuel Gea Gonzales Hospital

---

**Konsultan:**  
**Joshua Socolar, Professor, Physics Department,  
Duke University**

**Lokasi:**  
**Calz. de Tlalpan 4800, Mexico City**

**Tahun:**  
**2013**

**Sumber:**  
<https://inhabitat.com>  
<http://www.prosolve370e.com>



**Gambar 2.39** Tampak Manuel Gea Gonzales Hospital (inhabitat.com, 2017)

---

## KAJIAN PRESEDEN

---

### Konsep Biomimicry

---

Ide/konsep biomimicry pada bangunan terdapat pada fasad bangunan, dengan mengaplikasikan bentukan batu karang dan konsep filter udara dari tanaman.

Aspek ide yang utama adalah membuat fasad bangunan yang dapat menyaring udara kotor pada area bangunan. Konsep tersebut diaplikasikan dengan melapisi fasad bangunan dengan titanium dioksida, sehingga udara kotor (polusi) yang bersentuhan dengan fasad bangunan berubah menjadi udara bersih.

Aspek ide batu karang digunakan dalam bentukan fasad yang difungsikan sebagai bentukan yang dapat memaksimalkan sentuhan udara dengan fasad bangunan.

---

### Aplikasi Konsep Biomimicry

---

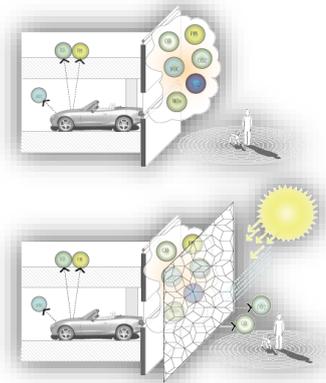
1. Fasad bangunan  
Bentukan fasad bangunan memfasilitasi udara untuk bersentuhan secara maksimal dengan fasad bangunan tersebut ketika mengalir melewati fasad tersebut.



**Gambar 2.40** Fasad Manuel Gea Gonzales Hospital (www.prosolve370e.com, 2017)

---

2. Konsep aplikasi titanium dioksida untuk filter udara  
Senyawa kimia menjadi pelapis dari komponen fasad sehingga dapat berfungsi menetralkan senyawa berbahaya dalam udara, agar udara yang masuk ke dalam bangunan bebas dari zat beracun yang berbahaya bagi kesehatan.
-



Gambar 2.41 Sistem Kerja Titanium Dioksida Manuel Gea Gonzales Hospital (www.prosolve370e.com, 2017)



Gambar 2.42 Aplikasi Titanium Dioksida (www.prosolve370e.com, 2017)

## 2.7 Sintesa Komponen Obyek Bangunan Preseden

Tabel 2.17 Sintesa Komponen Obyek Bangunan Preseden Klinik

Obyek Klinik	Program Ruang	Aspek Khusus	Konsep Klinik	Aplikasi	Healing Dalam Klinik
<b>Caboolture Super clinic, Australia</b>	Lantai 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lobby</li> <li>• Halaman</li> <li>• Tenant cafe</li> <li>• Administrasi</li> <li>• Ruang Staff</li> <li>• Ruang Konsultasi</li> <li>• Ruang Perawatan</li> <li>• Ruang Sterilisasi</li> <li>• Ruang Tindakan</li> <li>• Pantry</li> <li>• Radiologi</li> <li>• Farmasi</li> </ul> Lantai 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang Staff</li> <li>• Perpustakaan</li> <li>• Ruang Rapat</li> <li>• Ruang Seminar</li> <li>• Staff Dining</li> <li>• Ruang Pertemuan</li> <li>• Void</li> <li>• Gym</li> <li>• Tenant</li> <li>• Balkon</li> <li>• Utilitas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halaman</li> <li>• Tenant</li> <li>• Radiologi</li> <li>• Farmasi</li> <li>• Perpustakaan</li> <li>• Gym</li> </ul>	Hutan	Komponen Interior Bangunan	Aplikasi komponen hutan berupa tanaman, bentukan dan warna dalam bangunan.
<b>Maro X Hako, Japan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area Entrance</li> <li>• Ruang Tunggu</li> <li>• Administrasi</li> <li>• Ruang Dokter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang X-ray</li> <li>• Ruang Sterilisasi</li> </ul>	Meditasi (Zen)	Material Bangunan & Lingkungan sekitar	Aplikasi material alam pada dinding, taman dan pencahayaan

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang Konsultasi</li> <li>• Ruang Staff</li> <li>• Ruang X-ray</li> <li>• Ruang Sterilisasi</li> </ul>				ruang dalam bangunan
<b>Forest Clinic, Japan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall Utama</li> <li>• Ruang Tunggu</li> <li>• Adminstrasi</li> <li>• Ruang arsip</li> <li>• Ruang Petugas Medis</li> <li>• Ruang Periksa</li> <li>• Ruang Rehabilitasi</li> <li>• MRI</li> <li>• Hall MRI</li> <li>• Toilet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall</li> <li>• MRI</li> </ul>	Kedekatan Ruang Dalam dan Luar	Material Bangunan	Aplikasi dinding kaca pada bangunan untuk mendukung fisibilitas bangunan

**Tabel 2.18 Sintesa Komponen Obyek Bangunan *Biomimicry***

Obyek Biomimicry	Konsep/ Ide Alam	Level	Dimensi	Aplikasi	Biomimicry Dalam Bangunan
<b>Eastgate Center, Zimbabwe</b>	Analogi Sarang Semut	Perilaku	Proses	Sistem Penghawaan Bangunan	Sistem penghawaan bangunan menggunakan konsep pergantian udara dari sarang semut dengan mengaplikasikan bukaan pada bagian atas bangunan untuk aliran udara panas serta memberikan komponen air pada bagian bawah bangunan sebagai aspek pendinginan udara.
<b>Esplanade Theatres on The Bay, Singapore</b>	Analogi dari aspek perlindungan dari kulit luar buah durian	Perilaku	Konstruksi	Selubung Bangunan	Sruktur selubung bangunan menggunakan konsep kulit luar buah durian sebagai sunshading pada bangunan, sehingga dapat melindungi bangunan dari cahaya matahari.
<b>“Firma Casa” Store, Brazil</b>	Analogi Transformasi Parasit dalam ekosistem hutan hujan	Perilaku	Proses	Dinding Bangunan	Dinding bangunan dianalogikan sebagai pohon pada ekosistem hutan hujan yang ditumbuhi tanaman parasit pada bagian pohon bangunan yang berfungsi sebagai media tanam dari berbagai tanaman lain.
<b>Manuel Gea Gonzales Hospital, Mexico City</b>	Analogi Filter Udara dari	Perilaku	Proses	Fasad Bangunan	Fasad bangunan berupa shading yang dilapisi oleh senyawa kimia Titanium dioksida. Titanium dioksida dan sinar UV dari matahari

	Tumbuhan				dapat menetralkan senyawa karbon monoksida yang bersifat polusi di dalam udara.
	Konsep Batu Karang	Perilaku	Konstruksi		Fasad bangunan berupa shading dengan bentukan struktur batu karang untuk memaksimalkan kontak fasad dengan udara yang melewati fasad bangunan

## 2.8 Kriteria Rancangan Umum

Berdasarkan studi literatur didapatkan parameter rancangan umum yang akan digunakan sebagai sasaran dalam proses design selanjutnya.

### A. Kriteria klinik kesehatan

- Program ruang klinik kesehatan dibagi menjadi 3 kelompok utama yaitu administrasi, pelayanan pasien & *service*.
- Terdapat penambahan ruang berkaitan dengan tuberkulosis yaitu laboratorium dan ruang *x-ray* untuk kebutuhan diagnosis pasien.

### B. Kriteria Oksigen

- Oksigen dihasilkan dari proses fotosintesis pada tumbuhan dengan melibatkan karbondioksida dan cahaya matahari
- Tanaman pereduksi karbondioksida akan menghasilkan oksigen yang jumlahnya sama dengan karbondioksida yang diserap

### C. Kriteria penyakit tuberkulosis paru

- Bakteri tuberkulosis bersifat aerosol (bakteri yang menyebar di udara)
- Faktor lingkungan fisik terkait penularan dipengaruhi oleh kondisi fisik, pencahayaan, penghawaan, kelembapan, suhu dan komponen penataan ruang.

### D. Kriteria *Biomimicry*

- *Biomimicry* dibagi menjadi tiga level yang berbeda yaitu organisme, perilaku, dan ekosistem.
- Tanaman autotrof dapat menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis
- Kelopak bunga memiliki karakter khusus berupa isolasi terhadap komponen dalam bunga.

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PERANCANGAN**

#### **3.1 Metode**

Proses perancangan pada tesis menggunakan metode perancangan dari Nigel Cross (metode umum) dan didukung oleh metode perancangan analogi terkait dengan *biomimicry* sebagai aspek pendekatan dari perancangan (metode khusus).

Proses perancangan untuk menghasilkan konsep dan skematik *design* pada tesis dibagi menjadi 2 tahapan utama, yaitu tahapan penelitian dan tahapan perancangan. Tahapan penelitian menggunakan metode kualitatif (*Descriptive model*) dari Nigel Cross dengan proses perancangan French model (1986). Pada tahapan perancangan menggunakan metode *biomimetic* yang didukung oleh proses perancangan *analogy* dari Cohen (2016) dengan alur pengembangan proses dari permasalahan menuju aspek biologi.

Proses yang pertama dipilih adalah proses perancangan berkaitan dengan pendekatan yang dipilih yaitu *biomimicry*. Pendekatan *biomimicry* memiliki proses perancangan yang khusus, sehingga membutuhkan proses perancangan yang spesifik yaitu proses perancangan *analogy* (metode khusus). Proses perancangan *analogy* memiliki kekurangan pada aspek pendefinisian permasalahan, sehingga membutuhkan metode perancangan lain yang memiliki tahapan analisa permasalahan. Metode perancangan Nigel Cross memiliki aspek analisa permasalahan yang didasari oleh aspek kebutuhan dan memiliki tahapan perancangan yang umum, sehingga metode perancangan tersebut tidak bertolak belakang dengan metode perancangan analogi dari *biomimicry*.

#### **3.2 Proses Perancangan Nigel Cross**

Proses penelitian dari Nigel Cross memiliki komponen analisa permasalahan yang sangat membantu ketika digabungkan dengan proses perancangan *analogy*.

Proses penelitian French memiliki empat tahapan utama yaitu:

- *Analysis of problem*
- *Conceptual design*
- *Embodiement of schemes*

- *Detailing*

A. *Analysis of problem*

Tahap analisa permasalahan menjadi tahap terpenting dalam proses penelitian. Tahapan tersebut akan berpengaruh pada keseluruhan proses penelitian yang akan dilakukan.

Output dalam proses tersebut berupa pernyataan dari permasalahan (*statement of the problem*) yang sesuai dengan tujuan, batasan dan kriteria perancangan. Output tersebut terdiri dari tiga elemen yaitu :

- Pernyataan dari design permasalahan yang diungkapkan secara tepat
- Solusi yang diajukan telah mengandung aspek batasan (persyaratan perundang-undangan, kode praktik dll)
- Kriteria yang dikerjakan memiliki keunggulan khusus.

B. *Conceptual design*

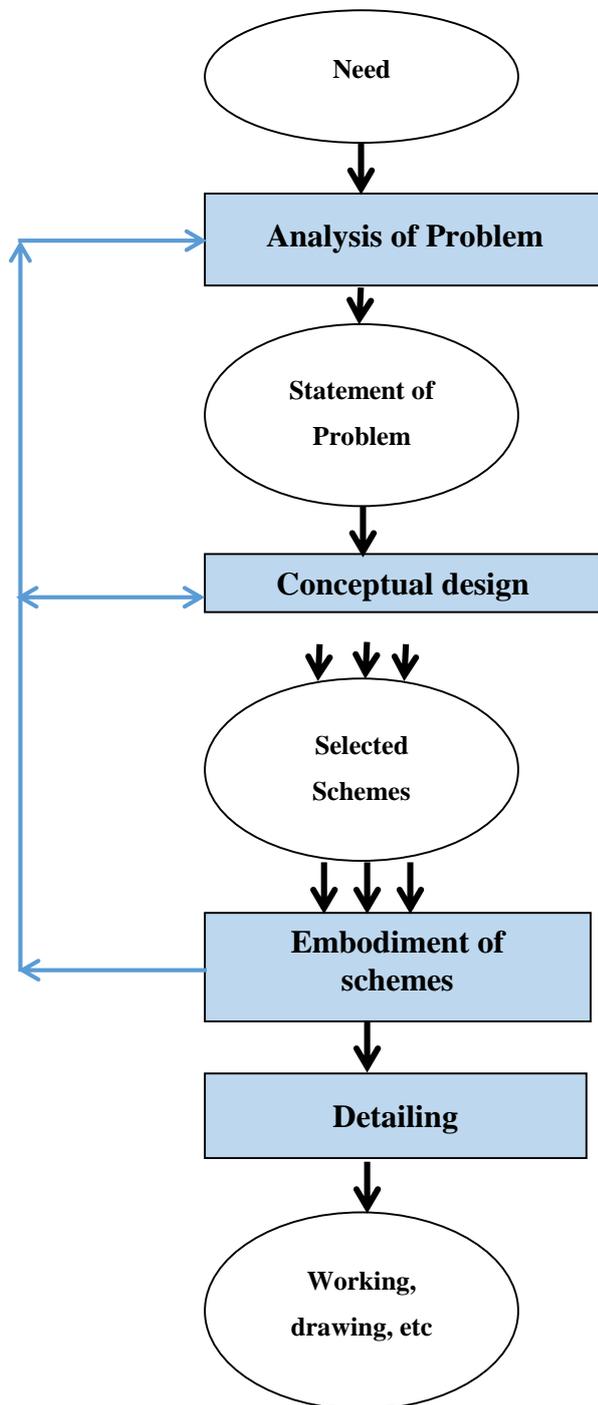
Fase ini memproses pernyataan permasalahan untuk menghasilkan solusi secara luas dalam bentuk skematik. Dalam fase ini, perancangan melakukan peningkatan pada aspek cakupan tertentu pada pernyataan permasalahan. Ilmu pengetahuan teknik praktis, metode produksi dan aspek komersial perlu disatukan dalam fase ini, serta pengambilan keputusan yang penting diambil pada fase ini.

C. *Embodiement of schemes*

Dalam fase *embodiement of schemes*, solusi skematik di kembangkan menjadi solusi yang lebih detail, apabila terdapat lebih dari satu solusi yang muncul maka harus dipilih satu yang terbaik diantara yang lain. Output dalam proses tersebut berupa gambar penataan dari solusi secara umum. Solusi tersebut harus saling terhubung dengan tahapan conceptual design, sehingga solusi umum dan solusi skematik memiliki arahan yang sama.

D. *Detailing*

Pada tahapan detailing sebagian kecil keputusan masih perlu ditentukan untuk kesempurnaan hasil. Dengan media komputer akan memudahkan dan memberikan ukuran yang tepat pada hasil.



Gambar 3.1 Metode Perancangan *Deskriptif Model* (Cross, 2000)

### 3.3 Proses Perancangan *Analogy Biomimetic*

*Biomimicry* digambarkan sebagai *analogical transfer* dari pengetahuan perancangan, antara biologi (*Source*) dan teknologi (target), atau aspek lain dalam teknologi. Perancangan yang terinspirasi secara biologis sering kali melibatkan analogi majemuk ketika konsep perancangan yang dihasilkan di proses dalam proses perancangan yang melibatkan analogi dalam dua aspek berbeda (lintas-domain). Dalam *biomimicry*, organisme yang berbeda mungkin merupakan sumber untuk berbagai fungsi yang akan diintegrasikan dalam satu sistem teknologi yang dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan permasalahan.

#### 3.3.1 Proses Perancangan *Biomimetic (Problem – Biologi)*

Proses *design biomimetik* tersebut menggambarkan tahapan desain *biomimetic* dengan pengembangan proses yang dimulai dari suatu masalah dan dihubungkan dengan biologi sebagai solusi penyelesaian masalah.

Secara umum proses perancangan tersebut dibagi menjadi 6 tahapan yaitu:

- A. Analisa permasalahan
- B. Analisa permasalahan terkait aspek biologi
- C. Identifikasi sumber analogi
- D. Abstraksi solusi biologis
- E. Tahapan transfer solusi ke aplikasi
- F. Evaluasi dan pengulangan proses

Tahapan awal dari *design* proses tersebut adalah mendefinisikan masalah. Definisi masalah merupakan bagian utama dari penentuan solusi dalam proses tersebut. Tahapan tersebut dalam proses biomimetik memiliki manfaat yang lebih besar yaitu untuk menjembatani permasalahan menuju aspek biologi (tahap *biomimetic problem*). Setelah definisi masalah, proses perancangan *biomimetic* selanjutnya merupakan proses perancangan yang lebih spesifik dengan memasukkan aspek biologi dalam setiap tahapan. Tahapan ketiga adalah Identifikasi sumber analogi-sistem biologis atau sistem dalam hal analogi abstraksi solusi biologis dan tahapan transfer solusi ke aplikasi. Pada tahap akhir terdapat tahap evaluasi dan iterasi. Kotak putus-putus pada pada tabel menggambarkan tahapan unik untuk desain *biomimetic*, sedangkan tahapan di luar kotak putus-putus

adalah tahap desain awal dan akhir dari tahap definisi dan evaluasi masalah. Tiga tanda panah antara sumber (biologi) dan target (aplikasi) mewakili jembatan penghubung antara aspek biologi dan aplikasi.

#### A. Analisa permasalahan & analisa permasalahan terkait aspek biologi

Definisi masalah berasal dari kebutuhan pelanggan atau peluang yang diamati dan diubah oleh perancang menjadi definisi teknis yang mendorong proses perancangan. Hasil dari tahap tersebut adalah beberapa definisi masalah sesuai dengan pandangan teknis yang berbeda atau interpretasi yang berbeda dari kebutuhan awal.

Untuk mencari solusi yang relevan dengan alam, kita perlu beralih dari definisi teknis menuju definisi penelitian yang berorientasi dengan aspek biologi (*biomimetic*) yang mendukung pencarian biologis yang disebut sebagai proses menjembatani biologi, karena pada tahap tersebut merupakan dasar dari pengembangan perancangan pada tahapan selanjutnya (khususnya tahap abstraksi solusi biologis). Sehingga, proses definisi masalah dalam proses desain biomimetik terhadap suatu masalah perancangan yang berhubungan dengan biologi memiliki peran penting dalam proses pengambilan kembali sistem biologis yang diaplikasikan pada tahapan selanjutnya.

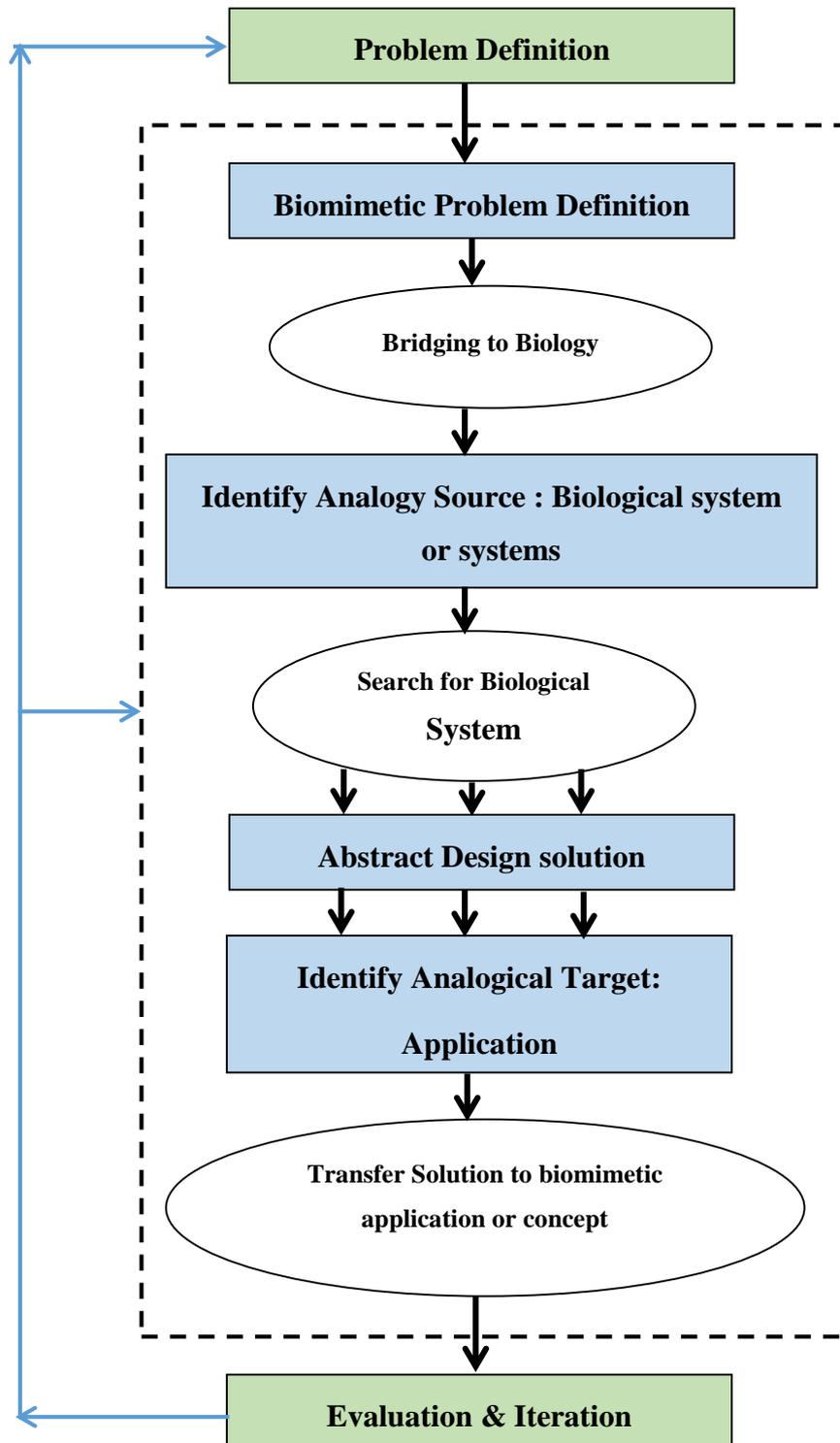
Sartori dkk. (2010) dalam buku *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*, memberikan dua tahapan panduan untuk tahap definisi / analisis masalah dalam proses perancangan biomimetik yaitu mengidentifikasi fungsi yang dibutuhkan dari uraian masalah dan mengidentifikasi persyaratan & ketentuan yang paling penting.

#### B. Identifikasi sumber analogi

Proses perancangan *biomimetik* pada tahapan identifikasi suatu masalah ke biologi, diawali dengan melakukan proses pencarian untuk menemukan sistem biologis yang memiliki kemampuan dalam memberikan solusi yang diperlukan untuk masalah analogis. Proses ini membutuhkan proses pencarian dan teknik analisa menyaring informasi yang relevan dari sumber biologis.

Hasil dalam tahap identifikasi sistem analogi tersebut adalah mengidentifikasi system yang memiliki potensi dalam mengatasi masalah dari sumber biologis.

Proses identifikasi tersebut dapat tercapai ketika hubungan analogi dari sistem biologis dari alam dengan masalah yang diberikan telah ditemukan.



Gambar 3.2 *Biomimetic Design Process* (Cohen,2016)

Tabel 3.1 Strategi Analisa Sumber Biologis

	Heuristik	Keterangan
1	<b>Change constraints (Mengubah Batasan)</b>	Jika masalahnya didefinisikan secara sempit, maka ubah batasan untuk meningkatkan ruang pencarian.
2	<b>Champion adapters (Adaptor Terbaik)</b>	Temukan organisme yang bertahan dalam kasus paling ekstrem dari masalah yang sedang dieksplorasi
3	<b>Variation within a solution family (Variasi Dalam Kelompok Solusi Sejenis)</b>	Temukan organisme sejenis yang menghadapi dan memecahkan jenis permasalahan sama dengan cara yang sedikit berbeda.
4	<b>Multifunctionality (Fungsi Ganda)</b>	Temukan organisme atau sistem dengan solusi tunggal yang memecahkan banyak masalah secara bersamaan

Sumber : Cohen, 2016

### C. Abstraksi solusi biologis

Abstraksi dalam konteks desain *biomimetic* adalah proses penguraian pengetahuan biologi (solusi perancangan) kedalam konteks prinsip kerja, strategi atau model representatif yang menjelaskan solusi biologis yang selanjutnya ditransfer dalam proses aplikasi dalam menyelesaikan masalah (target). Aspek tersebut juga dapat dijabarkan sebagai tahap penyederhanaan dari sistem biologis (solusi) dengan kompleksitas tinggi yang ditransfer kedalam sebuah mekanisme perancangan atau prinsip perancangan.

Pada tahap abstraksi, jembatan antara biologi dan teknologi dibangun dan sistem biologis disajikan dalam konteks penalaran analogis. Jembatan tersebut menciptakan alur yang memungkinkan perancang untuk melakukan proses *iteratif* yang berulang dengan menghubungkan masing-masing proses sebelumnya dan berpindah satu domain dan berpindah ke yang lain untuk mentransfer pengetahuan yang dibutuhkan dalam menentukan solusi biologis yang diambil. Tahap abstraksi adalah inti dari proses perancangan *biomimetic*.

Transfer pengetahuan dilakukan dari model sistem biologis ke model sistem teknologi yang bertujuan untuk menciptakan model solusi biologis. Model tersebut harus dapat menjelaskan proses pemecahan masalah dalam biologi, serta menjadi bagian dari aspek fungsi, struktur, perilaku, prinsip atau strategi perancangan berkaitan dengan solusi yang diaplikasikan.

Tahapan abstraksi membutuhkan pengetahuan tentang solusi biologis untuk menentukan model penyelesaian masalahnya, sehingga sistem biologis harus dianalisis dan dipahami terlebih dahulu untuk menemukan pola khusus dalam obyek biologis tersebut. Pengetahuan yang tersedia dalam literatur dirasa kurang cukup untuk memahami mekanisme biologis, sehingga penyelidikan lebih lanjut dibutuhkan dalam proses tersebut.

#### D. Tahapan transfer solusi ke aplikasi

Setelah abstraksi dari solusi biologis ditemukan, konsep pengetahuan biologis tersebut dialihkan ke dalam aspek teknologi atau domain aplikasi lainnya. Proses transfer solusi tersebut dilakukan dengan jalan mentransfer pengetahuan yang relevan dengan solusi yang ingin ditiru. Ada berbagai tingkat transfer pengetahuan termasuk bentuk, struktur, proses, fungsi, sistem atau prinsip (Vosniadou,dkk. 1989).

Schmidt (2005) mengidentifikasi tiga tingkat transfer pengetahuan yaitu

- Struktur, bentuk dan bahan
- Fungsi
- Proses dan informasi.

Sartori (2010) mengidentifikasi empat tingkat transfer pengetahuan dari sistem biologis ke teknologi, berdasarkan model *SAPPhIRE*:

- *Part* - pemakaian bahan yang sama dalam aplikasi yang sama.
- *Organs* - pemakaian sistem organ yang sama atau serupa termasuk efek fisik yang terkait dengan organ tersebut.
- *Atribut* - atribut yang sama / sifat bagian-bagiannya.
- *State of change* – konsep perubahan keadaan dari sistem biologis ditransfer menuju aspek teknologi, namun diaplikasikan dengan proses teknis, tanpa menggunakan organ atau efek fisik yang sama pada proses biologi.

Pengetahuan dapat diambil dari berbagai tingkat pengorganisasian makhluk hidup, mulai dari sel, organ, organisme dan ekosistem. Ada banyak contoh pengalihan bentuk dan struktur seperti bahan biomimetik, pelapis, perekat dan struktur fungsional.

E. Evaluasi dan pengulangan proses

Setelah tahap transfer dilakukan, perancang melakukan kegiatan evaluasi hasil dan mengulangi proses tersebut jika diperlukan untuk mendapatkan hasil terbaik. Proses perancangan *biomimetik* tidak linier tapi iteratif.

**Tabel 3.2 Analogy Bagian Biologi Dalam Aspek Teknologi**

	<b>Biologi</b>	<b>Teknologi</b>
1	Body	System
2	Skin Surface, Cuticle	Casing
3	Skeleton and bones	Structural Support
4	Brain	Computer And Control System
5	Nervous System	Electricity And Network System
6	Sensory System	Sensors
7	Muscles	Actuators

Sumber :Cohen ,2016

### 3.4 Proses Perancangan Gabungan

Proses perancangan gabungan merupakan penggabungan antara *design process* dari Nigel Cross dan proses perancangan *biomimetic* dari Cohen, Y.H., dkk. Proses perancangan Nigel Cross digunakan untuk mengarahkan proses perancangan secara umum, sedangkan proses perancangan analogi *biomimetic* digunakan sebagai proses perancangan khusus dalam aspek penyelesaian masalah perancangan dan analisa perancangan untuk mendapatkan konsep dan skematik design.

Tahapan perancangan yang terbentuk dari gabungan dua metode yaitu:

A. Metode *deskriptive* model Nigel cross

1. *Need*
2. *Analysis of Problem*
3. *Statement of Problem*

B. Metode analogi Yael helfman cohen

4. *Problem definition*
5. *Biomimetic Problem Definition*
6. *Bringing to Biology*
7. *Identifying Analogy Source: Biological System or Systems*
8. *Search for Biological System*
9. *Abstract Design Solution*

10. *Identify Analogy Target: Application*

11. *Transfer Solution to biomimetic Application or concept*

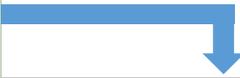
12. *Evaluation & Iteration*

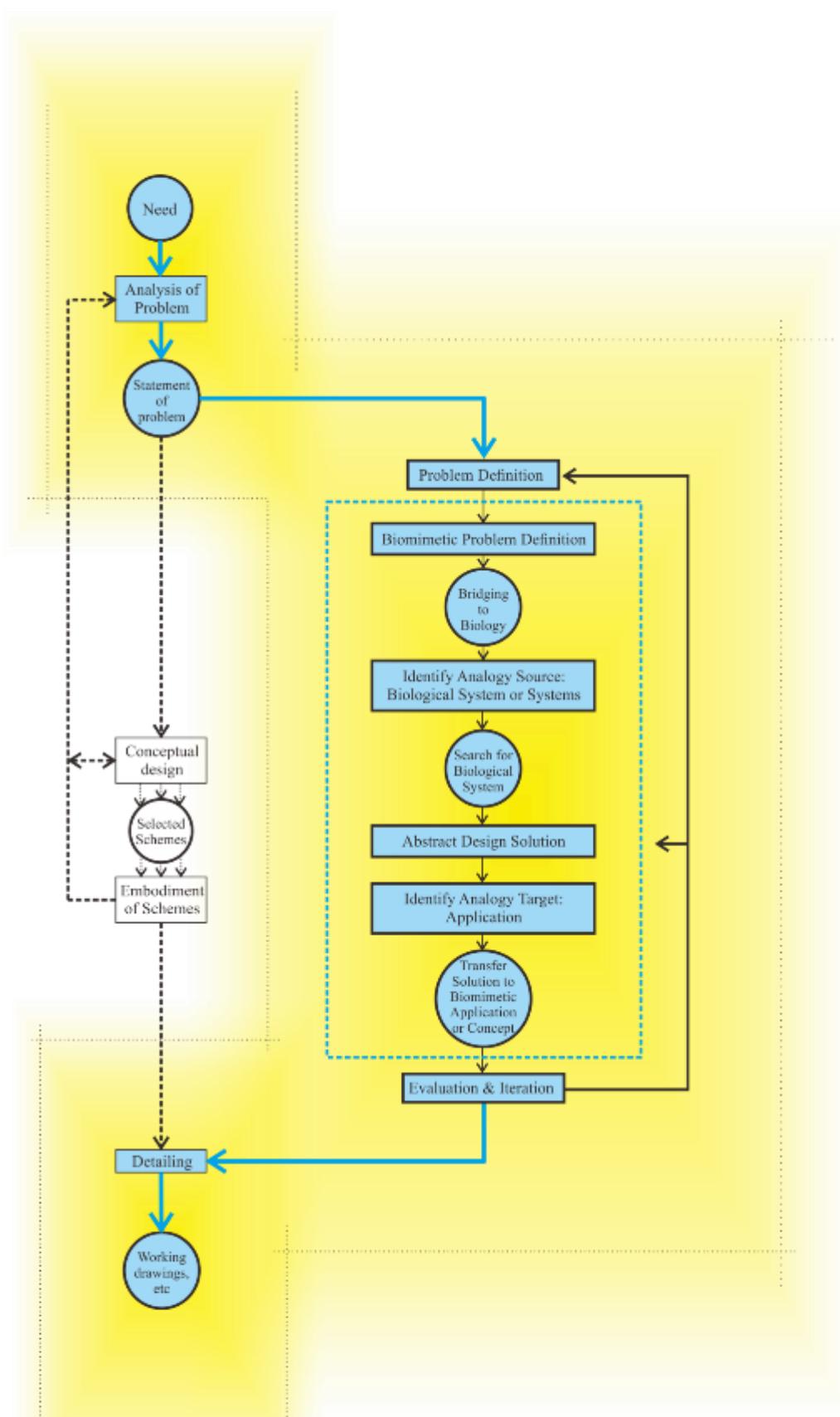
C. Metode *deskriptive* model Nigel cross

13. *Detailing*

14. *Working, drawing, etc.*

Tabel 3.3 Design Process Gabungan

Metode Perancangan Nigel Cross	Metode Perancangan Analogy	Tahapan Proses Perancangan Gabungan
1. Need		Proses Perancangan Nigel Cross
2. Analysis of Problem		
3. Statement of Problem		
Conceptual Design	4. <b>Problem Definition</b> 5. <b>Biomimetic Problem Definition</b> 6. <b>Bringing to Biology</b> 7. <b>Identifying Analogy Source: Biological System or Systems</b> 8. <b>Search for Biological System</b> 9. <b>Abstract Design Solution</b>	Proses Perancangan Analogi Biomimetic
Selected Scheme	10. <b>Identify Analogy Target: Application</b>	
Embodiment of Schemes	11. <b>Transfer Solution to biomimetic Application or concept</b> 12. <b>Evaluation &amp; iteration</b>	
13. <b>Detailing</b>		Proses Perancangan Nigel Cross
14. <b>Working Drawing, etc</b>		



**Gambar 3.3** *Design Proses Gabungan*

### 3.4.1 Aplikasi Metode Pada Perancangan Klinik

Aplikasi metode pada proses perancangan mengikuti pola gabungan dua metode tersebut yang dimulai dengan analisa kebutuhan sampai dengan tahapan detailing. Penjabaran aplikasi metode pada proses perancangan sebagai berikut :

Tabel 3.4 Aplikasi Metode

Metode Perancangan Nigel Cross	Metode Perancangan Analogy	Aplikasi
1. Need		Kebutuhan Pencegahan Panularan Kebutuhan Kenyamanan
2. Analysis of Problem		Strategi Pencegahan Penularan Tidak Selaras Dengan Kenyamanan
3. Statement of Problem		Menyelaraskan Aspek Pencegahan Penularan Dan Kenyamanan Pasien Melalui Konsep Alam
Conceptual Design	4. Problem Definition	Meningkatkan kadar oksigen dalam ruang
	5. Biomimetic Problem Definition	Peningkatan Kadar Oksigen Dalam ruang
	6. Bringing to Biology	Transfer komponen daun pada tanaman autotrof (biologi) kedalam wahana air/aquarium (arsitekural)
	7. Identifying Analogy Source: Biological System or Systems	<i>Direct analogi:</i> Analogi proses fotosintesis
	8. Search for Biological System	Sistem fotosintesis disusun atas tiga komponen utama yaitu matahari, daun dan oksigen
	9. Abstract Design Solution	Proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang dapat disalurkan kedalam ruangan melalui sistem penghawaan
Selected Scheme	10. Identify Analogy Target: Application	Sistem penghawaan bangunan
Embodiment of Schemes	11. Transfer Solution to biomimetic Application or concept	<b>Konsep Perancangan <i>Foto-system</i> Buatan</b>
	12. Evaluation & iteration	-
13. Detailing		<b>Gambar skematik konsep perancangan</b>
14. Working Drawing. etc		

## BAB 4

### ANALISA & HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Program Ruang

Konsep program ruang merupakan penggabungan data dari literatur dan survey. Data literatur utama berasal dari buku *Medical & Dental Space Planning* oleh Jain malkin dan pedoman teknis sarana dan prasarana rumah sakit kelas C (2007), sedangkan data survey berisi data observasi pada rumah sakit paru Surabaya.

Aspek konsep ruang dibentuk dengan menggabungkan jenis ruang dari data literatur dan data survey observasi. Masing-masing ruang dari berbagai sumber saling melengkapi jenis ruang dalam bangunan, sehingga bangunan klinik dapat mengakomodasi kegiatan dengan lengkap.

**Tabel 4.1 Tabel Perbandingan Ruang**

No	Nama Kelompok Ruang	Data Literatur		Data Observasi Survey
		Jain Malkin	Permenkes (2007)	
1	Administrasi	Ruang Tunggu	Ruang Tunggu	Ruang Tunggu
			Loket Pendaftaran & Kasir	
		Resepsionis	Ruang Rekam Medis	Resepsionis
			Toilet (petugas & Pengunjung)	
2	Ruang Pemeriksaan	Ruang Konsultasi	Ruang Tunggu Pasien	Ruang Konsultasi
			Ruang Periksa & Konsultasi Dokter Spesialis	
		Ruang Pemeriksaan	Ruang Tindakan/ Diagnostik Poli Umum	Ruang Pemeriksaan
			Toilet (petugas, pengunjung)	
3	Ruang Staff	Staff Lounge	Ruang Dokter	Tidak Tersedia
		Nurse station	Ruang Perawat	
		Gudang	Gudang	
		Toilet	Staff Lounge	
			Dapur Kecil	
4	Ruang Kesekretariatan	Tidak Tersedia	Ruang Direksi	Tidak Tersedia
			Ruang Sekretaris Direktur	
			Ruang Rapat dan Diskusi	
			Ruang Komite Medis	
			Ruang Bagian Keperawatan	
			Ruang Bagian Pelayanan	

			Ruang Bagian Keuangan dan Program	
			Ruang Bagian Kesekretariatan dan Rekam Medis	
			Ruang Arsip/ file	
			Ruang Tunggu	
			Janitor	
			Dapur Kecil ( <i>Pantry</i> )	
			KM/WC	
5	Laboratorium	Laboratorium	Loket Administrasi	Pendaftaran
			Ruang Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	Ruang Olah Sample
			Ruang Pengambilan Sample	Ruang Mikroskop
			Laboratorium Patologi Klinik	Pengambilan Sample
			Gudang Regensia dan Bahan Habis Pakai	Ruang Alat
			Ruang Cuci	Toilet Staff
			Ruang Kepala Laboratorium	Toilet Pasien
			Ruang Petugas Laboratorium	Ruang Tes GeneXpert
			Dapur Kecil ( <i>;Pantry</i> )	
			KM/WC pasien	
KM/WC petugas				
6	Radiologi (x-ray)	Ruang X-ray	Ruangan Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	Ruang Pendaftaran
			Loket Pendaftaran, pembayaran dan pengambilan hasil	Ruang Foto Toraks
			Ruang Konsultasi	Ruang Kontrol
			Ruang Tes Fluoroscopi	Ruang Ganti Pasien
			Ruang operator/ panel kontrol	Ruang Cetak Hasil
			Ruang Mesin	Ruang USG
			Ruang ganti pasien	Toilet
			Gudang penyimpanan berkas	
			Ruang Jaga Radiografer	
			Dapur Kecil	
KM/WC petugas				
7	Apotek	Tidak Tersedia	Tidak tersedia	Ruang Tunggu
				Loket Petugas
8	Ruamg Rekam Medis	Tidak Tersedia	Tidak Tersedia ( <i>Include Kelompok Ruang Administrasi</i> )	Ruang Obat
				Area Staff
				Area Arsip 1
				Area Arsip 2

**Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Luasan Ruang**

No	Kelompok Ruang	Nama Ruang	Luasan			Aplikasi
			Permenkes (2007)	Jain Malkin (2014)	Survey (2017)	
1	Administrasi	Ruang Tunggu	1-1,5 m <sup>2</sup> /orang (min. 12 m <sup>2</sup> )	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Loket Pendaftaran & Kasir	3-5 m <sup>2</sup> /petugas (min.16 m <sup>2</sup> )	25,92 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>
		Toilet (petugas, pengunjung)	2 – 3 m <sup>2</sup>	~	~	3 m <sup>2</sup>
2	Ruang Pemeriksaan	Ruang Tunggu Pasien	1-1,5 m <sup>2</sup> /orang (min 4 m <sup>2</sup> )	22,68 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup> (Kapasitas 30 orang)
		Ruang Periksa & Konsultasi Dokter Spesialis	12-25 m <sup>2</sup> /poli	12,96 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Tindakan/ Diagnostik Poli Umum	12-25 m <sup>2</sup> / poli	8,64 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>
		Toilet (petugas, pengunjung)	2 – 3 m <sup>2</sup>	~	~	3 m <sup>2</sup>
3	Ruang Staff	Ruang Dokter	9-16 m <sup>2</sup>	~	~	9 m <sup>2</sup>
		Ruang Perawat	9-16 m <sup>2</sup>	5,76 m <sup>2</sup>	~	9 m <sup>2</sup>
		Gudang	Min. 9 m <sup>2</sup>	4,32 m <sup>2</sup>	~	9 m <sup>2</sup>
		Staff Lounge	9-16 m <sup>2</sup>	10,80 m <sup>2</sup>	~	10 m <sup>2</sup>
		Dapur Kecil	Min. 6 m <sup>2</sup>	~	~	6 m <sup>2</sup>
		Toilet	5,04 m <sup>2</sup>	5,04 m <sup>2</sup>	~	5 m <sup>2</sup>
4	Ruang Kesekretariatan	Ruang Direksi	Min. 16 m <sup>2</sup>	~	~	16 m <sup>2</sup>
		Ruang Sekretaris Direktur	Min. 6 m <sup>2</sup>	~	~	6 m <sup>2</sup>
		Ruang Rapat dan Diskusi	Min. 16 m <sup>2</sup>	~	~	16 m <sup>2</sup>
		Ruang Komite Medis	12-30 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Bagian Keperawatan	12-30 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Bagian Pelayanan	12-30 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Bagian Keuangan dan Program	12-30 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Bagian Kesekretariatan dan Rekam Medis	12-30 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>

		Ruang Tunggu	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 16 m <sup>2</sup> )	~	~	16 m <sup>2</sup>
		Janitor	3-8 m <sup>2</sup>	~	~	3 m <sup>2</sup>
		Dapur Kecil ( <i>Pantry</i> )	Min. 6 m <sup>2</sup>	~	~	6 m <sup>2</sup>
		KM/WC	2 – 3 m <sup>2</sup>	~	~	3 m <sup>2</sup>
5	Laboratorium	Loket Administrasi	Min. 20 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
		Ruang Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 25 m <sup>2</sup> )		~	25 m <sup>2</sup>
		Ruang Pengambilan Sample	Min. 6 m <sup>2</sup>		7,5 m <sup>2</sup>	7,5 m <sup>2</sup>
		Laboratorium Patologi Klinik	Min. 16 m <sup>2</sup>		12 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>
		Gudang Regensia dan Bahan Habis Pakai	6-16 m <sup>2</sup>		24 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
		Ruang Cuci	6-9 m <sup>2</sup>		~	6 m <sup>2</sup>
		Ruang Kepala Laboratorium	Min. 6 m <sup>2</sup>		~	6 m <sup>2</sup>
		Ruang Petugas Laboratorium	9-16 m <sup>2</sup>		~	9 m <sup>2</sup>
		Dapur Kecil (; <i>Pantry</i> )	Min. 6 m <sup>2</sup>		~	6 m <sup>2</sup>
		KM/WC pasien	2 – 3 m <sup>2</sup>		4,5 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>
		KM/WC petugas	2 – 3 m <sup>2</sup>		2 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>
		Ruang Olah Sample			5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>
		Ruang Tes GeneXpert			16 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>
6	Radiologi (X-ray)	Ruangan Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	1~1,5 m <sup>2</sup> / orang (min. 25 m <sup>2</sup> )		12,96 m <sup>2</sup>	~
		Loket Pendaftaran, pembayaran dan pengambilan hasil	Min. 16 m <sup>2</sup>	16,8 m <sup>2</sup>		16 m <sup>2</sup>
		Ruang Konsultasi	9-16 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>		9 m <sup>2</sup>
		Ruang Tes Fluoroskopi	Min. 12 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>		24 m <sup>2</sup>
		Ruang operator/ panel kontrol	Min. 4 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>		12 m <sup>2</sup>
		Ruang Mesin	Min. 4 m <sup>2</sup>	~		4 m <sup>2</sup>
		Ruang ganti pasien	Min. 4 m <sup>2</sup>	1,5 m <sup>2</sup>		4 m <sup>2</sup>
		Gudang penyimpanan berkas	Min. 8 m <sup>2</sup>	~		8 m <sup>2</sup>
		Ruang Jaga Radiografer	Min. 6 m <sup>2</sup>	~		6 m <sup>2</sup>
		Dapur Kecil	Min. 6 m <sup>2</sup>	~		6 m <sup>2</sup>

		KM/WC petugas	2 – 3 m <sup>2</sup>		1,95 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>
7	Apotek	Ruang Tunggu	12 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Loket Petugas	12 m <sup>2</sup>	~	~	12 m <sup>2</sup>
		Ruang Obat		~	~	
8	Ruang Rekam Medis	Area Staff	Min. 20 m <sup>2</sup>	~	2 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
		Area Arsip 1		~	12 m <sup>2</sup>	
		Area Arsip 2		~	18 m <sup>2</sup>	

Dari konsep luasan masing-masing jenis ruang tersebut, dapat ditemukan luasan pada masing-masing kelompok ruang untuk menemukan luasan bangunan secara keseluruhan. Konsep luasan bangunan secara keseluruhan kemudian ditambahkan aspek sirkulasi pada luasan ruang, sehingga luasan total bangunan sudah terakomodasi luasan sirkulasi.

**Tabel 4.3 Tabel Program Ruang Klinik**

No	Kelompok Ruang	Nama Ruang	Aplikasi (m <sup>2</sup> )	Jumlah	Luasan (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
1	Administrasi	Ruang Tunggu	12	1	12	34
		Loket Pendaftaran & Kasir	16	1	16	
		Toilet (petugas, pengunjung)	3	2	6	
2	Ruang Pemeriksaan	Ruang Tunggu Pasien	30	1	30	132
		Ruang Periksa & Konsultasi Dokter Spesialis	12	4	48	
		Ruang Tindakan/ Diagnostik Poli Umum	12	4	48	
		Toilet (petugas, pengunjung)	3	2	6	
3	Ruang Staff	Ruang Dokter	9	1	9	53
		Ruang Perawat	9	1	9	
		Gudang	9	1	9	
		Staff Lounge	10	1	10	
		Dapur Kecil	6	1	6	
		Toilet	5	2	10	
4	Ruang Kesekretariatan	Ruang Direksi	16	1	16	129
		Ruang Sekretaris Direktur	6	1	6	
		Ruang Rapat dan Diskusi	16	1	16	
		Ruang Komite Medis	12	1	12	
		Ruang Bagian Keperawatan	12	1	12	
		Ruang Bagian Pelayanan	12	1	12	
		Ruang Bagian Keuangan dan Program	12	1	12	
		Ruang Bagian Kesekretariatan dan Rekam Medis	12	1	12	
		Ruang Tunggu	16	1	16	
		Janitor	3	1	3	
		Dapur Kecil	6	1	6	

5	Laboratorium	(Pantry)				131,5
		KM/WC	3	2	6	
		Loket Administrasi	10	1	10	
		Ruang Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	25	1	25	
		Ruang Pengambilan Sample	7,5	1	7,5	
		Laboratorium Patologi Klinik	16	1	16	
		Gudang Regensia dan Bahan Habis Pakai	20	1	20	
		Ruang Cuci	6	1	6	
		Ruang Kepala Laboratorium	6	1	6	
		Ruang Petugas Laboratorium	9	1	9	
		Dapur Kecil (;Pantry)	6	1	6	
		KM/WC pasien	3	1	3	
		KM/WC petugas	2	1	2	
		Ruang Olah Sample	5	1	5	
Ruang Tes GeneXpert	16	1	16			
6	Radiologi (X-ray)	Ruangan Tunggu Pasien & Pengantar Pasien	25	1	25	118
		Loket Pendaftaran, pembayaran dan pengambilan hasil	16	1	16	
		Ruang Konsultasi	9	1	9	
		Ruang Tes Fluoroskopi	24	1	24	
		Ruang operator/ panel kontrol	12	1	12	
		Ruang Mesin	4	1	4	
		Ruang ganti pasien	4	1	4	
		Gudang penyimpanan berkas	8	1	8	
		Ruang Jaga Radiografer	6	1	6	
		Dapur Kecil	6	1	6	
		KM/WC petugas	2	2	4	
7	Apotek	Ruang Tunggu	12	1	12	24
		Loket Petugas				
		Ruang Obat	12	1	12	
8	Ruamg Rekam Medis	Area Staff				20
		Area Arsip 1	20	1	20	
		Area Arsip 2				
					<b>Luasan</b>	<b>641,5</b>
					<b>Sirkulasi 20%</b>	<b>128,3</b>
					<b>LUAS TOTAL</b>	<b>769,8</b>

## 4.2 Zoning Ruang

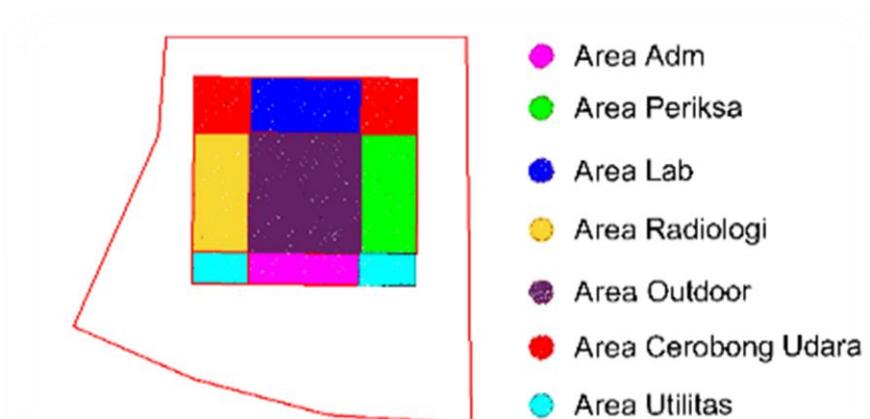
Pembagian kelompok ruang pada bangunan ditentukan berdasarkan intensitas kontak petugas klinik dengan pasien tuberkulosis. Kegiatan medis yang berhubungan dengan pasien secara langsung dengan interval tinggi akan dikelompokkan dalam zonasi kontaminasi tinggi, sedangkan area dengan kontak pasien yang minim akan dikelompokkan dalam zonasi kontaminasi rendah.

**Tabel 4.4 Zonasi Ruang klinik**

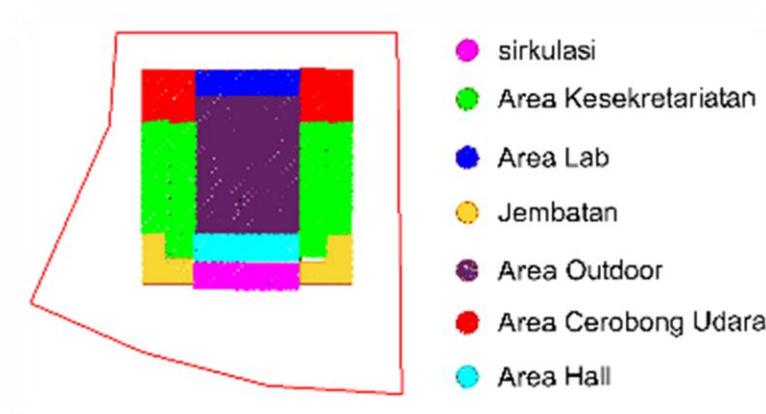
No	Nama Ruang	Jenis Kontak Pasien	Intensitas kontak pasien	Zonasi Kontaminasi
1	Area Administrasi	Langsung	Tinggi	Tinggi
2	Area Ruang Pemeriksaan	Langsung	Tinggi	Tinggi
3	Area Ruang Staff	Tidak Langsung	Rendah	Sedang
4	Area Kesekretariatan	Tidak Langsung	Sangat Rendah	Rendah
5	Area Laboratorium	Langsung	Tinggi	Tinggi
6	Area Radiologi	Langsung	Tinggi	Tinggi
7	Apotik	Langsung	Sedang	Sedang

Pemisahan ruang antara masing-masing zonasi diwujudkan secara vertikal, yaitu membagi area dengan kontaminasi tinggi pada lantai dasar bangunan & menempatkan area dengan kontaminasi rendah pada lantai 2 bangunan. Ruangan dengan potensi penularan paling besar yaitu ruang tunggu, ditempatkan pada area *outdoor* bangunan, sehingga bakteri yang keluar dari pasien dapat dinetralkan secara langsung oleh pencahayaan alami.

Pada lantai dasar terdapat ruang administrasi, ruang pemeriksaan, laboratorium, radiologi, area tunggu *outdoor*, apotek dan area utilitas bangunan. Sedangkan pada lantai 2 bangunan merupakan area kesekretariatan yang dibagi menjadi 2 area sayap bangunan, yaitu sayap timur dan barat bangunan. Dua sayap tersebut dihubungkan oleh jembatan isolasi yang melindungi staff kesekretariatan terhadap kuman tb ketika berada di klinik. Akses ke dalam bangunan dibedakan dengan menempatkan area masuk bagi para staff klinik dengan kontaminasi rendah atau sedang.



**Gambar 4.1 Zonasi Lantai 1 Bangunan**



**Gambar 4.2 Zonasi Lantai 2 Bangunan**

### 4.3 Analisa Tapak

#### 4.3.1 Analisa Pemilihan Tapak

Lokasi yang digunakan sebagai tapak dari klinik tuberkulosis paru berada pada kecamatan Semampir Surabaya. Kawasan Semampir memiliki rasio luas kawasan dan jumlah fasilitas kesehatan yang lebih sedikit dibandingkan dengan kecamatan lain dengan resiko penyebaran penyakit tuberkulosis di Surabaya.

Daerah kerawanan penyebaran penyakit tuberkulosis yang tinggi terdapat pada kecamatan Wonokromo, Sawahan, Semampir dan Tambaksari (Yahya, 2012). Tiga daerah tersebut merupakan daerah dengan penyebaran dan penderita tuberkulosis tertinggi di surabaya pada tahun 2012. Penentuan lokasi didasari pada kebutuhan fasilitas kesehatan pada kawasan tertentu yang memerlukan fasilitas kesehatan untuk mendukung tindakan medis pada area tersebut.

Dari empat kecamatan yang menjadi daerah penyebaran dan penderita tuberkulosis tersebut, dilakukan analisa perbandingan luasan daerah dengan ketersediaan fasilitas kesehatan disekitar kawasan tersebut. Pada kecamatan Semampir dengan luas kawasan 8,76 km<sup>2</sup>, memiliki 4 fasilitas kesehatan. Kecamatan Tambaksari dengan luas kawasan 8,99 km<sup>2</sup>, memiliki 5 fasilitas kesehatan. Kecamatan Wonokromo dengan luas kawasan 8,47 km<sup>2</sup>, memiliki 6 fasilitas kesehatan, sedangkan kecamatan Sawahan dengan luas kawasan 6,93 km<sup>2</sup>, memiliki 4 fasilitas kesehatan. Perbandingan jumlah fasilitas kesehatan pada kecamatan Semampir memiliki rasio yang lebih sedikit dengan kecamatan lain dengan luas kawasan yang hampir sama (Tambaksari dan Wonokromo). Diperlukan penambahan fasilitas kesehatan pada kecamatan Semampir untuk mendukung proses penanggulangan penyakit pada kawasan tersebut.

**Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Luasan Area & Jumlah Fasilitas Kesehatan**

No	Kecamatan	Luas Area (KM <sup>2</sup> )	Fasilitas Kesehatan Sekitar Area	Jumlah Fasilitas Kesehatan
1	Semampir	8,76	Rumah Sakit PHC surabaya	4
			Rumah Sakit PKU Muhammadiyah	
			Rumah Sakit Al-Irsyad	
			Rumah Sakit Paru Surabaya	
2	Tambaksari	8,99	RSUD Dr. Soetomo	5
			RS Husada Utama	
			RS DR M Soewandhie	
			RS Adi Husada	
			RS Mitra Keluarga Kenjeran	
3	Wonokromo	8,47	RSAL Surabaya	6
			RSU Bhakti Rahayu	
			RS Darmo	
			RS Pura raharja	
			RS William Booth Surabaya	
			RS Siloam Surabaya	
4	Sawahan	6,93	RS Darmo	4
			RS William Booth Surabaya	
			RS Brawijaya	
			RS Mitra Keluarga Surabaya	

aikt paru surabaya sebagai obyek survey berpengaruh pada fungsi pendukung dari klinik terhadap rumah sakit tersebut, sehingga penempatan lokasi tapak bangunan berada pada kawasan yang berdekatan dengan

rumah sakit paru surabaya. Diharapkan dengan kedekatan posisi tersebut dapat mencegah potensi penularan penyakit tuberkulosis dengan jalan memisahkan fasilitas tuberkulosis paru pada bangunan yang berbeda.

#### 4.3.2 Identifikasi Komponen Tapak

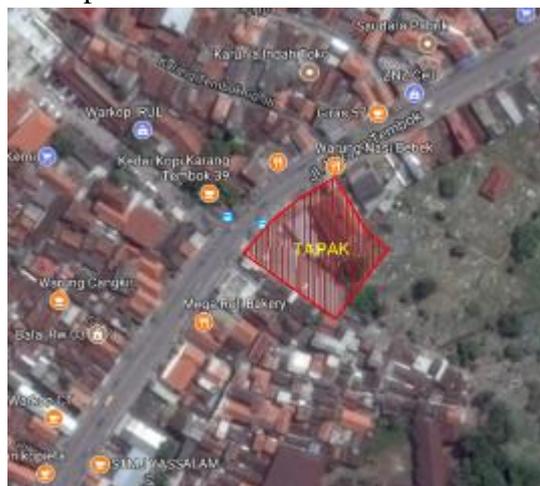
##### A. Kondisi lingkungan

Lingkungan sekitar pada tapak merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi dengan kondisi hunian sekitar yang padat. Pada bagian barat daya bangunan terdapat lahan kosong dengan kepadatan vegetasi yang minim, sedangkan pada area timur laut tapak dipenuhi oleh hunian penduduk yang padat.

Tapak bangunan berada pada daerah dengan kepadatan vegetasi minim, sehingga dukungan oksigen dari sekitar bangunan terhadap tapak sangat minim. Karena tidak dapat memanfaatkan oksigen lingkungan sekitar, maka bangunan harus dapat menghasilkan oksigen secara mandiri untuk keperluan klinik tersebut.

##### B. Lokasi Tapak

Lokasi tapak berada di jalan Karang Tembok yang termasuk dalam kecamatan Semampir.



Gambar 4.3 Lokasi Tapak

##### C. Luasan Tapak

Luas area tapak

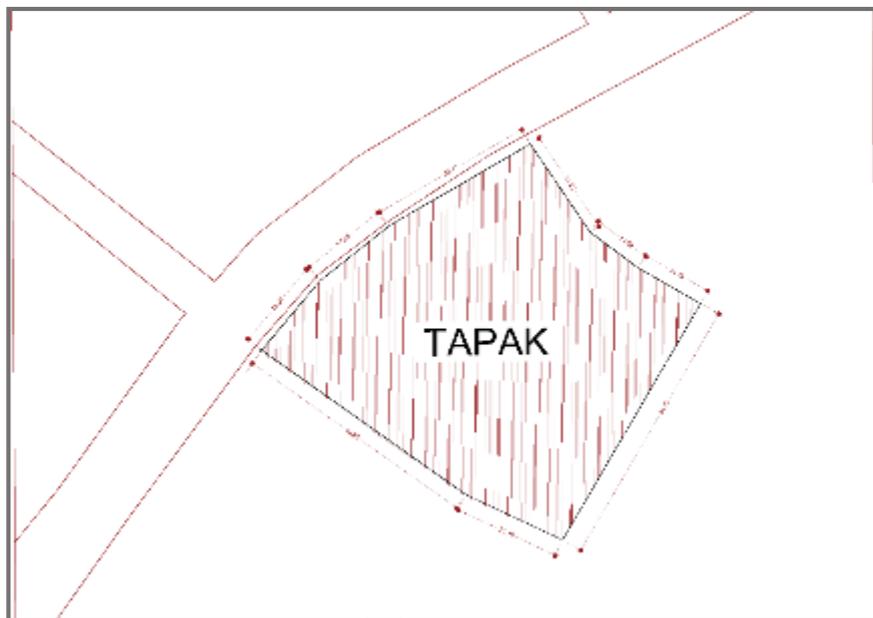
- Sisi tenggara : 54,45 meter
- Sisi barat daya : 70,72 meter

- Barat laut : 67,83 meter
- Timur laut : 47,35 meter
- Luas total : 3.627 m<sup>2</sup>

#### D. Area Sekitar Tapak

Kondisi eksisting disekitar tapak:

- Sisi tenggara : Hunian
- Sisi barat daya : Lahan Kosong
- Barat laut : Hunian
- Timur laut : Jalan KarangTembok, Rumah sakit Paru



Gambar 4.4 Luasan Tapak

#### 4.4 Proses Survey Rumah Sakit Paru Surabaya

Pada tesis desain ini, penelitian dilakukan untuk menggali tentang aspek kebutuhan khusus dari klinik dan permasalahan yang muncul pada klinik kesehatan, ditinjau dari aspek pencegahan penyakit menular dan aspek kenyamanan pasien. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survey pada sarana kesehatan yang melayani pengobatan tuberkulosis paru, berupa wawancara terhadap staff dari fasilitas kesehatan dan pasien tuberkulosis paru serta observasi secara langsung pada fasilitas kesehatan yang melakukan tindakan medis pada pasien.

Pada pembahasan sebelumnya, aspek penularan penyakit pada fasilitas kesehatan dapat dipengaruhi oleh aspek suhu, kelembapan, sirkulasi udara dan pencahayaan alami. Untuk mendapatkan kriteria khusus tentang aspek penularan tersebut maka dilakukan kunjungan langsung terhadap fasilitas kesehatan. Fasilitas kesehatan yang menjadi obyek survey adalah rumah sakit paru Surabaya. Rumah sakit paru Surabaya dipilih berdasarkan lokasi bangunan yang berada dikawasan Surabaya, sehingga karakter penyakit dan karakter masyarakat memiliki kriteria yang sejenis.

Penelitian dilakukan dengan melakukan kunjungan pada fasilitas kesehatan wawancara terhadap staff fasilitas kesehatan (dokter dan perawat), pasien dan masyarakat sekitar. Observasi bertujuan untuk menggali permasalahan utama pada klinik kesehatan tuberkulosis paru berkaitan dengan aspek penularan penyakit dan kenyamanan pasien.

Proses wawancara dilakukan dengan melibatkan staff kesehatan, pasien dan masyarakat sekitar fasilitas kesehatan.

1. Pertanyaan pada wawancara terhadap staff kesehatan meliputi.
  - Karakter panyakit tuberkulosis
  - Karakter penyakit pada ruang didalam fasilitas kesehatan
  - Upaya pencegahan penyakit pada fasilitas kesehatan
  - Perlindungan staff kesehatan terhadap potensi penularan penyakit.
2. Pertanyaan pada wawancara terhadap staff teknisi meliputi:
  - Strategi penanggulangan penyakit pada fasilitas kesehatan.
  - Penggunaan peralatan pendukung pencegahan penyakit.
  - Aplikasi peralatan pada kondisi fasilitas kesehatan tertentu.
3. Pertanyaan pada wawancara terhadap pasien meliputi:
  - Aspek khusus yang dapat mendukung kenyamanan pasien
  - Kondisi ruang yang mendukung kenyamanan

4. Pertanyaan pada wawancara terhadap masyarakat sekitar fasilitas kesehatan meliputi:
  - Pengaruh fasilitas kesehatan terhadap kesehatan masyarakat.
  - Potensi penularan penyakit terhadap masyarakat sekitar

#### **4.5 Data Survey**

Hasil *survey* berupa data yang berasal dari kegiatan wawancara terhadap dokter, staff perawat, pasien tuberkulosis paru dan masyarakat sekitar dari fasilitas kesehatan rumah sakit paru Surabaya. Indikator pertanyaan pada wawancara dibedakan berdasarkan subyek yang menjadi target wawancara yaitu dokter, staff dan pasien. Hal tersebut dilakukan agar aspek bahasan sesuai dengan kondisi fisik dan pola pikir pada masing-masing kelompok subyek wawancara.

##### **A. Wawancara Terhadap Dokter**

Pada wawancara dengan subyek dokter, indikator pertanyaan berfokus pada aspek penyakit dan aspek penanggulangan penularan dari bakteri tuberkulosis serta strategi-stretegi yang dapat dipakai untuk mendukung aspek penanggulangan penularan penyakit tuberkulosis. Pertanyaan tersebut sesuai dengan pola pikir dari staff dokter spesialis yang memiliki pengetahuan mendalam tentang penyakit tuberkulosis paru. Sasaran dari wawancara terhadap staff dokter adalah mengetahui karakter penyebaran penyakit tuberculosi paru dan aspek penularan penyakit tuberkulosis paru, serta ruang yang dibutuhkan untuk melakukan tindakan medis terhadap pasien tuberkulosis.

##### **B. Wawancara Terhadap Staff Perawat**

Pada wawancara dengan subyek staff perawat difokuskan pada pertanyaan tentang penanggulangan penularan terkait kontak langsung dan tidak langsung antara pasien dan staff perawat. Staff perawat mengalami kontak dengan pasien selama proses pelayanan kesehatan pada fasilitas kesehatan, sehingga memiliki potensi untuk tertular penyakit tuberkulosis paru tersebut. Sasaran dari wawancara terhadap staff perawat adalah mengetahui potensi penularan penyakit dan strategi penanggulangan panularan terhadap staff kesehatan yang melakukan kontak dengan pasien tuberkulosis.

### C. Wawancara Terhadap Pasien

Pada wawancara terhadap pasien, indikator pertanyaan difokuskan pada aspek kenyamanan ruang dari sudut pandang pasien yang memiliki kondisi fisik tidak stabil akibat tuberkulosis paru. Pasien tuberkulosis paru memiliki karakter khusus berkaitan dengan penyakit yang diderita, sehingga analisa kebutuhan berkaitan dengan kenyamanan pasien pada fasilitas kesehatan dibutuhkan untuk mendukung kondisi pasien tersebut. Sasaran dari wawancara terhadap pasien adalah untuk mengetahui aspek kenyamanan yang diharapkan pasien pada fasilitas kesehatan dengan kondisi pasien yang tidak stabil (sakit) dan mengetahui peran komponen psikologis bagi pasien dalam mendukung aspek penyembuhan pasien.

### D. Wawancara Terhadap Masyarakat

Pada wawancara terhadap masyarakat sekitar, indikator pertanyaan difokuskan pada pengalaman masyarakat terkait penularan penyakit yang terjadi pada kawasan tempat tinggal penduduk disekitar rumah sakit paru Surabaya. Sasaran dari wawancara terhadap masyarakat sekitar adalah untuk mengetahui dampak keberadaan fasilitas kesehatan bagi masyarakat sekitar dari fasilitas kesehatan, Serta mengetahui potensi penularan penyakit dari fasilitas kesehatan terhadap masyarakat sekitar.

**Tabel 4.6 Hasil Wawancara Dokter Spesialis Tb Paru**

No	Indikator	Respon Subyek
1	Pola Penyebaran Penyakit	Pola penyebaran utama melalui bakteri tuberkulosis yang dilepaskan oleh pasien ke luar tubuh melalui dahak dari batuk atau bersin
		Pola penyebaran setelah keluar tubuh adalah melalui udara. Dahak yang mengandung bakteri akan tercampur dengan udara sekitar, sehingga dapat berpindah tempat dengan adanya pergerakan udara.
2	Strategi Penanggulangan Penularan Penyakit	Strategi yang utama adalah dengan melakukan pencegahan terhadap keluarnya dahak dari pasien tuberkulosis dengan jalan menggunakan masker bagi pasien, dokter dan staff.
		Strategi lain yang dapat diaplikasikan adalah dengan mengurangi potensi perkembangbiakan kuman dengan menjaga suhu ruangan pada kelembapan yang rendah.
		Strategi selanjutnya adalah membunuh kuman dengan menggunakan alat penanggulangan penularan seperti sistem <i>negatif pressur</i> , penggunaan filter <i>Hepa</i> , filter <i>UV</i> dll.
		Strategi dengan menggunakan unsur alam dapat berupa sinar matahari langsung (pengganti filter UV) untuk membunuh kuman,

		penggunaan penghawaan alami agar sirkulasi udara dapat optimal dan kuman dapat terdorong keluar ruangan.
3	Kebutuhan Ruang Berkaitan Dengan proses Tindakan Medis	<p>Kebutuhan berkaitan dengan penanggulangan penularan dapat berupa masker dan sarung tangan</p> <p>Kebutuhan berkaitan dengan pengkondisian ruang berupa sistem <i>negatif pressure</i>, arah semburan udara dalam ruangan dan <i>filter Hepa</i> pada peralatan pengkondisian udara.</p>
4	Kebutuhan Ruang Dan Suasana Ruang Yang Diperlukan Bagi Pasien Tuberkulosis	<p>Ruang yang dibutuhkan pasien yaitu kondisi suhu yang tidak dingin dan aliran udara alami yang optimal, apabila menggunakan alat pengkondisian udara maka harus tertutup dengan standart pergantian udara 12x setiap jam.</p> <p>Sesuai dengan kebutuhan penghawaan alami maka ruangan diharapkan memiliki ketinggian yang optimal, sehingga dapat mendukung pergerakan udara dalam ruang</p>
5	Kenyamanan Psikologis Yang Dapat Mendukung Kesehatan Pasien	<p>Tidak dapat berpengaruh secara langsung, namun berpenaruh secara terbatas</p> <p>Kaitan psikologis dengan tuberkulosis mencakup aspek stress pada individu. Pada kondisi stress, individu cenderung mengalami penurunan sistem kekebalan tubuh.</p> <p>Penyakit tuberkulosis berkaitan dengan sistem kekebalan tubuh manusia, sehingga apabila sistem kekebalan menurun maka virus TB akan berkembang dalam tubuh individu tersebut dan memperburuk kondisi fisik individu.</p>

**Tabel 4.7 Hasil Wawancara Staff Perawat Tb Paru**

No	Indikator	Respon Subyek
1	Intensitas Kontak Terhadap Pasien	<p>Intensitas kontak dengan pasien ditentukan oleh jam kerja yaitu sekitar 6,5 jam (07:30 - 14:00)</p> <p>Jenis kontak yang terjadi adalah kontak langsung berupa kegiatan komunikasi dan sentuhan langsung (prosedur tes tensiometer), serta kontak tidak langsung melalui udara.</p> <p>Kegiatan komunikasi dan kontak melalui udara menjadi aspek yang paling ditakuti staff perawat. Kegiatan komunikasi memungkinkan staff menerima percikan dahak dari pasien dan kontak melalui udara memiliki potensi tertular yang tinggi.</p>
2	Strategi Pencegahan Penularan Penyakit	<p>Langkah pencegahan bagi staff adalah dengan menggunakan masker, menjaga kebersihan tangan serta menggunakan sarung tangan.</p> <p>Aspek yang paling dihindari adalah kontak langsung ketika pasien batuk.</p>
3	Pola Sirkulasi Staff Terhadap Pasien	<p>Staff menjaga jarak dengan pasien.. Pada saat berinteraksi dengan pasien, staff perawat memposisikan diri menyilang ketika duduk.</p> <p>Aspek penularan menjadi pertimbangan dalam memilih jalur sirkulasi.</p> <p>Tidak menggunakan aturan khusus, hanya menggunakan perkiraan jarak dan mengambil jarak yang paling jauh sebisa mungkin dari pasien.</p>

**Tabel 4.8 Hasil Wawancara Pasien Tb Paru**

No	Indikator	Respon Subyek
1	Aspek kenyamanan ruang	Secara umum kenyamanan ruang berupa keberadaan ruang yang cukup pada saat menunggu (pasien memiliki kondisi psikis yang sensitif berkaitan dengan jarak terhadap orang lain ketika sakit)
		Aspek suhu (temperatur) ruangan, pasien cenderung memilih ruangan dengan suhu yang sedang. Pada kondisi dingin, pasien cenderung sulit untuk bernafas.
		Aspek sirkulasi udara (penghawaan) pada ruang, pasien cenderung menghindari adanya aliran udara. Kondisi paru-paru yang tidak sehat mempersulit pasien untuk menghidup oksigen dari udara yang mengalami pergerakan.
		Aspek pencahayaan alami pada ruang, pasien tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi pencahayaan alami, namun komponen panas dari pencahayaan alami meningkatkan aspek ketidaknyamanan fisik pada pasien (panas).
2	Aspek Psikologis Terhadap Kondisi Pasien	Pada fasilitas kesehatan yang nyaman, pasien cenderung merasa tenang. Lebih sabar ketika menunggu antrian tanpa terjadi kondisi psikologis yang emosional. Pada kondisi emosi, pasien cenderung merasa sesak pada paru-paru akibat naiknya interval pernafasan yang membebani organ paru dari pasien.
		Perasaan nyaman pada fasilitas kesehatan berperan dalam menjaga kestabilan emosional pasien ketika menunggu, sehingga kondisi fisik tidak terganggu.
3	Komponen Yang Diharapkan Ada Pada Fasilitas Kesehatan	Secara umum, komponen yang diharapkan adalah: Space ruang tunggu yang luas, ketersediaan tempat duduk yang banyak serta pemilihan perabot tempat duduk pada ruang tunggu yang dapat mengakomodasi pasien.
		Alasan dibutuhkannya komponen space dan fasilitas tempat duduk adalah untuk mendukung kondisi pasien yang tidak stabil. Dengan space yang luas, pasien merasa lebih leluasa dan bebas. Dengan adanya tempat duduk yang mendukung akomodasi pasien maka kondisi pasien yang lemah dapat didukung oleh fasilitas tersebut.
		Pada sebagian besar pasien berpendapat bahwa aspek alam dapat mendukung aspek kenyamanan pada fasilitas kesehatan. Menurut pasien, aspek tersebut mampu mendukung aspek visual (dekoratif) dan fisik (kadar oksigen) pada saat menunggu.
		ketika melihat aspek dekoratif alam, pasien cenderung merasa senang dan tenang ("enteng")
4	Kondisi Yang Diharapkan Pasien	Ketersediaan Space pada ruang tunggu, kondisi udara yang nyaman (tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin), aliran udara yang tidak mengganggu proses bernafas serta adanya aspek dekoratif pada ruangan.
		menurut sebagian besar pasien, peralatan pengkodisian udara seperti kipas tidak terlalu membantu karena hanya memutar udara panas dan peralatan AC dirasa dapat berpengaruh besar bagi kenyamanan pasien

**Tabel 4.9 Hasil Wawancara Masyarakat Sekitar RS Paru Surabaya**

No	Indikator	Respon Subyek
1	Aspek Dampak Fasilitas Kesehatan	Secara positif, rumah sakit membantu bedah rumah warga sekitar rumah sakit agar kondisi rumah lebih sehat
		Aspek adanya kesempatan untuk mendukung kegiatan ekonomi disekitar kawasan
		Secara negatif, khawatir adanya penularan penyakit akibat posisi bangunan yang sangat dekat dengan rumah warga.
		Aspek kemacetan pada kawasan jalan pada kondisi tertentu.
2	Aspek Penularan Penyakit Terhadap Masyarakat Sekitar	Kurang paham mengenai asal penyakit apakah dari kawasan luar atau dari kawasan rumah sakit
		pada kondisi tuberkulosis, penderita cenderung bergantian terkena penyakit tersebut. aspek penularan antar anggota keluarga sangat besar karena kondisi permukiman yang padat dan kurangnya jendela pada hunian.

#### 4.6 Analisa Kebutuhan

Setelah mendata respon dari masing-masing kelompok subyek dari fasilitas kesehatan yaitu dokter, staff perawat, pasien dan masyarakat sekitar, maka tahap selanjutnya adalah analisa data tersebut berupa analisa kebutuhan yang harus dipenuhi pada masing-masing kelompok subyek.

##### 4.6.1 Kebutuhan Dokter

Aspek kebutuhan dari subyek dokter adalah aspek karakteristik kuman dan aspek pencegahan penularan bakteri tuberkulosis.

**Tabel 4.10 Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Dokter**

No	Aspek Kebutuhan	Komponen
A	<b>Aspek Penanggulangan penularan</b>	
1	Suhu	Kuman tidak dapat berkembang pada suhu 20-30 derajat celsius
		Pada suhu 20-30 derajat celsius, kelembapan udara tidak terlalu tinggi, sehingga kuman tidak dapat berkembang dalam ruangan
2	Penghawaan (Aliran Udara)	<b>Aliran udara dibutuhkan untuk memberikan siklus pergantian udara dalam ruangan sehingga kuman dapat keluar dari ruangan.</b>
		Dibutuhkan aliran udara yang stabil, sehingga kuman dapat dibuang ke luar bangunan.
		Aliran udara disesuaikan dengan posisi dokter ketika berhadapan dengan pasien. Sumber hembusan berasal dari bagian belakang dokter, untuk mencegah kuman terbang ke arah dokter tersebut.

		Bakteri tuberkulosis memiliki berat jenis yang tinggi sehingga sangat mungkin menempel di lantai, maka aliran udara harus menjangkau area lantai ruangan.
3	Pencahayaan Alami	<b>Paparan sinar matahari langsung diperlukan dalam proses membunuh kuman di dalam ruangan.</b>

#### 4.6.2 Kebutuhan Staff Perawat

Aspek kebutuhan dari subyek staff perawat adalah aspek penanggulangan penularan tuberkulosis secara langsung maupun tidak langsung.

**Tabel 4.11 Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Staff Perawat**

No	Aspek Kebutuhan	Komponen
<b>A</b>	<b>Aspek Penanggulangan penularan</b>	
1	Penghawaan (Aliran Udara)	Aliran udara dibutuhkan untuk memberikan siklus pergantian udara dalam ruangan sehingga kuman dapat keluar dari ruangan. Aliran udara disesuaikan dengan posisi perawat ketika berhadapan dengan pasien. Sumber hembusan berasal dari bagian belakang perawat, untuk mencegah kuman terbang ke arah perawat tersebut.
2	Pencahayaan Alami	Paparan sinar matahari langsung diperlukan dalam proses membunuh kuman di dalam ruangan.
3	Fasilitas Pembatas	Diperlukan pembatas antara pasien dan perawat yang dapat mengakomodasi kegiatan perawat dan dapat mencegah penularan ketika berkomunikasi
4	Jalur Sirkulasi Khusus	Dibutuhkan jalur khusus bagi perawat agar dapat menghindari kontak dengan pasien ketika melakukan pergerakan berpindah tempat.

#### 4.6.3 Kebutuhan Pasien

Terdapat dua aspek kebutuhan dalam subyek pasien berkaitan dengan kenyamanan, yaitu kenyamanan psikologis dan kenyamanan fisik pasien.

**Tabel 4.12 Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Pasien**

No	Aspek Kebutuhan	Komponen
<b>A</b>	<b>Kenyamanan Psikis (Psikologis Pasien)</b>	
1	Aspek visual	Aspek dekoratif dapat menjaga kondisi emosional pasien lebih stabil Pada kondisi emosional tidak stabil, kerja jantung cenderung meningkat dan berakibat pada meningkatnya intensitas pernafasan pasien. Kondisi paru-paru yang tidak stabil (sakit) akan berakibat buruk apabila dipaksa bernafas dengan intensitas yang tinggi.

2	Area yang luas	Diperlukan area yang luas pada area tunggu untuk memberikan kebebasan bagi pasien bergerak dan menentukan area private terbatas pada area ruang tunggu Jumlah pasien rata-rata setiap hari mencapai 10 orang pasien. Setiap pasien memiliki potensi didampingi oleh 2 orang wali, sehingga ruang tunggu harus dapat mengakomodasi 30 orang.
<b>B Kenyamanan Fisik (Kondisi Khusus Pasien Tuberkulosis Paru)</b>		
1	Suhu	Kondisi suhu sedang (tidak panas & tidak dingin) Kondisi suhu dingin mempersulit pernafasan pasien (dibawah 20 derajat celcius) <b>Kondisi suhu tinggi berpengaruh pada kenyamanan fisik pasien (diatas 30 derajat celcius)</b>
2	Penghawaan (aliran Udara)	Aliran udara yang kencang dapat memaksa paru-paru pasien untuk melakukan usaha yang lebih keras untuk menghirup oksigen dalam ruangan.
3	Pencahayaan alami	<b>Tidak berpengaruh langsung, namun hindari panas berlebih yang timbul dari pencahayaan alami</b>

#### 4.6.4 Kebutuhan Masyarakat Sekitar

Aspek kebutuhan dalam subyek masyarakat sekitar adalah pencegahan penularan penyakit dari fasilitas kesehatan terhadap warga sekitar rumah sakit tersebut. Aspek penularan tuberkulosis melalui udara menjadi aspek penting bagi masyarakat. Sirkulasi udara menghasilkan udara kotor yang mengandung kuman penyakit menjadi komponen berbahaya bagi masyarakat sekitar.

**Tabel 4.13 Tabel Aspek Kebutuhan Subyek Masyarakat Sekitar**

No	Aspek Kebutuhan	Komponen
<b>A Aspek Penanggulangan penularan</b>		
1	Penghawaan (Aliran Udara)	Aliran udara kotor buangan dari fasilitas kesehatan diharapkan dapat dilepaskan pada ketinggian tertentu, sehingga tidak masuk kedalam hunian masyarakat sekitar.
2	Posisi Bangunan	Diharapkan memiliki jarak yang optimal sehingga dapat mengurangi potensi penyebaran penyakit
3	Sirkulasi luar bangunan	Diharapkan alur sirkulasi kendaraan tidak mengganggu masyarakat

#### 4.7 Analisa Permasalahan

Setelah menemukan aspek kebutuhan pada masing-masing subyek dalam fasilitas kesehatan, maka langkah selanjutnya adalah analisa permasalahan yang timbul akibat dari karakter-karakter khusus dari aspek kebutuhan pada masing-masing subyek. Aspek kebutuhan pada masing-masing subyek dihubungkan satu

sama lain, sehingga dapat saling mendukung ketika komponen bangunan mulai dibentuk.

Pada beberapa aspek kebutuhan, muncul masalah akibat dari sifat yang bertolak belakang pada beberapa komponen aspek kebutuhan. Terdapat dua permasalahan yang muncul dari aspek kebutuhan tersebut yaitu permasalahan penghawaan (aliran udara) serta pencahayaan alami dalam ruang.

#### 4.7.1 Permasalahan Penghawaan (Aliran Udara)

Permasalahan muncul pada hubungan antara aspek kebutuhan penghawaan dalam konteks penanggulangan penularan bakteri dengan aspek kondisi fisik pasien. Permasalahan yang muncul antara lain:

- Aliran udara (penghawaan) berdampak positif terhadap aspek penanggulangan bakteri dengan jalan membawa bakteri tersebut menuju area luar, sehingga kuman dapat mati terpapar sinar matahari langsung. Namun, aspek fisik pasien dapat terganggu akibat dari aliran udara tersebut. Pasien mengalami kesulitan menghirup oksigen dalam udara yang mengalami pergerakan.
- Penghawaan memiliki jalur sirkulasi didalam bangunan sebelum udara dalam ruang diganti dengan udara baru yang segar dan tidak mengandung bakteri. Terdapat aspek permasalahan terkait kekuatan hembusan dari alat pendukung pencegahan penularan penyakit yang berhubungan dengan bentang dari massa bangunan. Udara memiliki kecepatan pergerakan yang semakin melemah apabila semakin jauh dari pusat hembusan, sehingga diperlukan strategi khusus agar kekuatan hembusan udara dapat terjaga agar sistem pertukaran udara baru dan kotor dapat berfungsi optimal.

**Tabel 4.14 Analisa Permasalahan Pada Penghawaan Bangunan**

<b>Komponen</b>	<b>Pasien</b>	<b>Dokter</b>
<b>Penghawaan (Aliran Udara)</b>	<i>Kurangi kecepatan penghawaan karena dapat mengganggu pernafasan pasien</i>	<i>Aliran udara dibutuhkan untuk memberikan siklus pergantian udara dalam ruangan sehingga kuman dapat keluar dari ruangan.</i>
		<i>Dibutuhkan aliran udara yang stabil, sehingga kuman dapat dibuang ke luar bangunan.</i>
		<i>Aliran udara disesuaikan dengan posisi dokter ketika berhadapan dengan pasien. Sumber hembusan berasal dari bagian belakang dokter,</i>

		untuk mencegah kuman terbang ke arah dokter tersebut.
		bakteri tuberkulosis memiliki berat jenis yang tinggi sehingga sangat mungkin menempel di lantai, maka aliran udara harus menjangkau area lantai ruangan.

#### 4.7.2 Permasalahan Pencahayaan Alami

Permasalahan yang muncul dalam aspek pencahayaan alami adalah ketidaksesuaian komponen pencahayaan alami terhadap aspek kenyamanan suhu pada bangunan dengan aspek penanggulangan penularan. Dengan menangkap sinar matahari dalam skala besar, kuman yang ada di dalam ruangan dapat dibunuh secara efektif melalui paparan sinar matahari, namun penangkapan sinar matahari secara maksimal membuat suhu ruangan menjadi tinggi yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap kenyamanan ruang dari fasilitas kesehatan tersebut. Proses membunuh kuman pada kelompok ruang dengan kontaminasi rendah dan sedang ditempatkan pada area luar bangunan dengan jalan menggerakkan udara keluar bangunan, sehingga kuman yang terbawa aliran udara melalui cerobong udara dapat mati akibat terpapar matahari langsung.

**Tabel 4.15 Analisa Permasalahan Pencahayaan Alami**

<b>Komponen</b>	<b>Pasien</b>	<b>Dokter</b>
<b>Pencahayaan Alami</b>	<i>Paparan sinar matahari dapat berpengaruh pada kenyamanan suhu dalam ruang</i>	<i>Paparan sinar matahari langsung diperlukan dalam proses membunuh kuman</i>

#### 4.7.3 Permasalahan Kenyamanan Psikologis

Permasalahan yang muncul pada aspek psikologis pasien adalah adanya perbedaan pendapat antara dokter dan pasien terhadap manfaat aspek psikologis terhadap pasien. Dokter spesialis berpendapat bahwa manfaat tidak terhubung secara langsung dirasakan. Dari sudut pandang pasien, aspek psikologis pada fasilitas kesehatan berpengaruh terhadap kondisi fisik secara langsung, khususnya pada kondisi psikologis yang tidak stabil. Pada kondisi tidak stabil (emosi), pasien merasa sesak pada paru-paru. Kondisi tersebut merupakan efek dari intensitas pernafasan yang meningkat ketika mengalami kondisi psikologis tidak stabil

(emosi). Kondisi yang mengakibatkan ketidak stabilan emosi tersebut sering dirasakan pasien ketika berada di ruang tunggu. Pasien harus menunggu antrian pemeriksaan dalam kondisi fisik yang sakit, sehingga dapat membuat psikologis tidak stabil.

#### **4.8 Kriteria Khusus Perancangan**

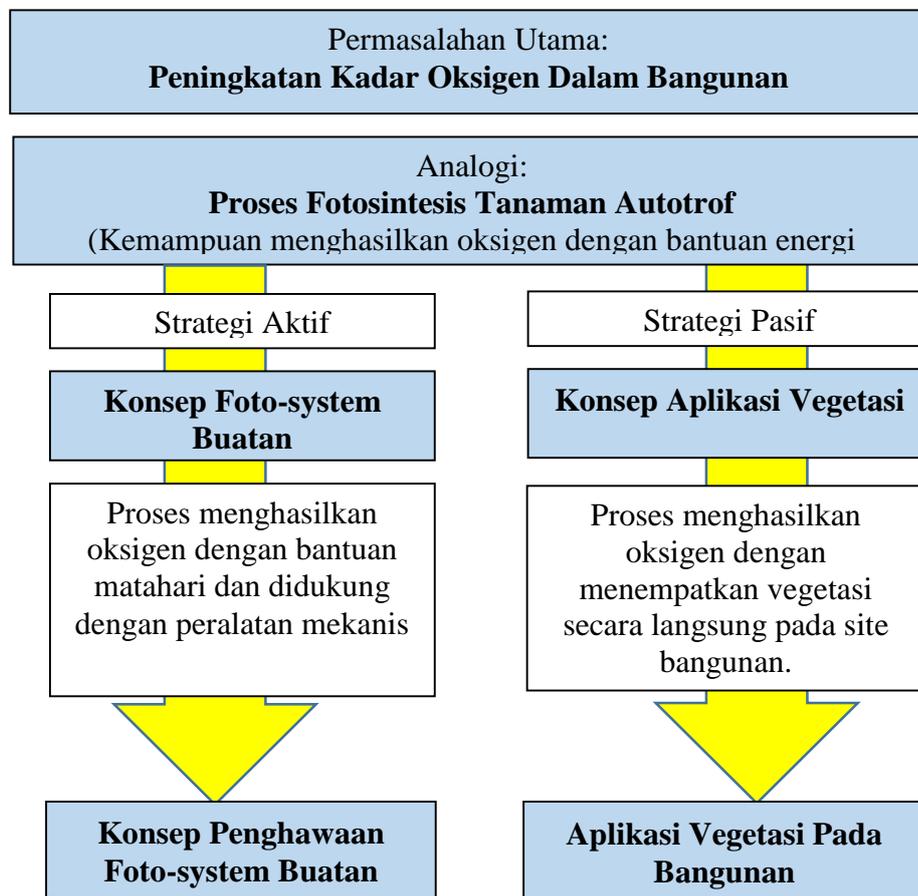
Kriteria khusus yang muncul dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan kebutuhan dan penyesuaian dengan kelompok lain:

1. Aspek Penghawaan (aliran udara)
  - Aliran udara harus mengandung oksigen yang kaya, sehingga pasien dapat mendapatkan oksigen yang cukup pada intensitas hirup udara yang rendah.
  - Penempatan lokasi hembusan aliran udara memperhitungkan posisi dokter dan pasien.
2. Aspek Ruang
  - Ruang tunggu dalam fasilitas kesehatan harus dapat menampung minimal 30 orang.
3. Aspek Pencahayaan alami
  - Pencahayaan alami berperan dalam membunuh kuman tuberkulosis pada bangunan
  - Paparan cahaya matahari langsung difokuskan pada area akuarium alga, sedangkan pada area lain dibutuhkan pelindung untuk mempertahankan suhu ruangan maksimal 30 derajat celcius.
4. Aspek Dekoratif
  - Komponen dekoratif dapat mengurangi stress pasien dan mendukung kualitas udara yang kaya oksigen
  - Komponen dekoratif dapat menstabilkan emosi pasien dengan menghadirkan warna-warna tenang.
  - Jenis tanaman dalam komponen dekoratif merupakan kelompok tanaman peneduh (memberi kesan “*enteng*” dan “*adem*”)

## BAB 5 KONSEP PERANCANGAN

### 5.1 Pengantar Proses Perancangan

Proses perancangan *analogy biomimetic* berfokus pada penyelesaian masalah yang muncul pada proses penelitian. Permasalahan dikaitkan dengan konsep yang berada di alam, sehingga muncul solusi atas permasalahan tersebut. Permasalahan utama yang menjadi pembahasan pada perancangan adalah aspek peningkatan kadar oksigen dalam ruang yang dapat meningkatkan kenyamanan pasien tuberkulosis pada area klinik.



Gambar 5.1 Analogi Perancangan

Strategi peningkatan oksigen dalam ruang dibagi menjadi dua kelompok yaitu strategi aktif/mekanis (menggunakan mesin) dan strategi pasif. Strategi pasif menggunakan peralatan berupa mesin yang digunakan untuk mengkondisikan udara dalam bangunan, sedangkan strategi pasif menggunakan

komponen alam yang diaplikasikan pada bangunan. Strategi aktif digunakan untuk mendukung ketersediaan oksigen dalam ruang klinik dan strategi pasif digunakan untuk mendukung peningkatan oksigen pada area terbuka dalam bangunan klinik.

## **5.2 Konsep Foto-system Buatan**

### ***A. Problem Definition***

Berdasarkan kriteria khusus yang telah didapat pada analisa sebelumnya, permasalahan utama yang akan diselesaikan dengan metode analogi *biomimicry* adalah permasalahan peningkatan kadar oksigen dalam bangunan.

### ***B. Biomimetic Problem Definition***

Dari permasalahan peningkatan kadar oksigen dalam bangunan maka dapat dijabarkan aspek-aspek penting permasalahan secara biologi yaitu:

1. Identifikasi fungsi yang dibutuhkan

Berdasarkan permasalahan, fungsi yang paling dibutuhkan pada bangunan adalah fungsi untuk menghasilkan oksigen dalam ruang. Komponen tersebut menjadi aspek utama yang perlu diselesaikan untuk mengatasi permasalahan perancangan.

2. Identifikasi persyaratan dan ketentuan yang paling penting

Persyaratan penting kadar oksigen dalam ruang berkaitan dengan aspek penularan pada ruang. Persyaratan yang dibutuhkan yaitu:

- Oksigen yang dihasilkan bersifat tertutup (tidak terkontaminasi senyawa lain yang bersifat negatif)

### ***C. Identify Analogy Source***

Identifikasi sumber analogi bersifat *Direct Analogy*, yaitu membandingkan permasalahan yang sedang dihadapi dengan fakta-fakta biology yang ada di alam untuk mencari keterkaitan antara dua aspek tersebut. Aspek keterkaitan terdapat pada ide penyelesaian masalah yang dibawa oleh analogi alam.

Aspek utama dari permasalahan adalah senyawa oksigen, sehingga analogi yang dipakai harus dapat mengandung aspek oksigen. Analogi alam yang berkaitan dengan senyawa oksigen adalah proses fotosintesis. Proses fotosintesis merupakan proses menghasilkan makanan dan oksigen, dengan memanfaatkan energi matahari sebagai aspek pendukung proses tersebut. Senyawa oksigen menjadi hasil dari proses fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman autotrof.

Analogi proses fotosintesis dan permasalahan oksigen dalam ruang memiliki hubungan yang kuat pada aspek penyediaan oksigen untuk ruang. Analogi fotosintesis dapat menghasilkan oksigen yang dapat digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen dalam ruang.

**Tabel 5.1 Direct Analogy Tanaman Autotrof**

Aspek Bahasan	Direct Analogy (Proses Fotosintesis)		Aspek Keterkaitan
	Fakta Biologi	Permasalahan	
Aspek Penghawaan (Aliran Udara)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fotosintesis merupakan proses pembentukan senyawa organik dari senyawa anorganik oleh klorofil dengan bantuan cahaya matahari</li> <li>Proses fotosintesis juga menghasilkan senyawa oksigen yang berguna bagi proses pernafasan manusia.</li> </ul>	Meningkatkan kadar oksigen dalam ruang	Proses fotosintesis dapat menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk mensuplai oksigen dalam ruang

#### ***D. Search for Biological System***

Proses fotosintesis merupakan proses menghasilkan oksigen yang melibatkan tiga komponen penting yaitu:

- Cahaya matahari

Merupakan energi utama yang berperan dalam mendukung proses fotosintesis..

- Daun

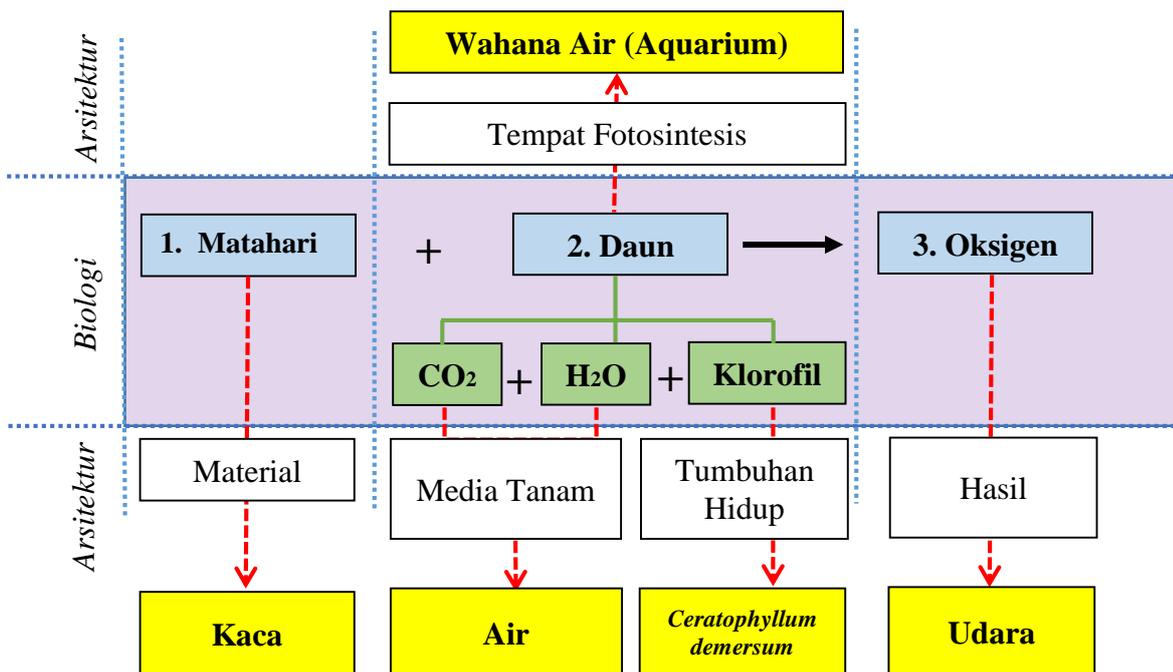
Merupakan tempat terjadinya fotosintesis. Pada daun terdapat senyawa klorofil yang dapat merubah karbondioksida dan air menjadi oksigen.

- Oksigen

Merupakan hasil dari proses fotosintesis.

### E. Abstract Design solution

Penyusunan solusi perancangan secara abstrak dilakukan dengan mentransfer aspek biologi menuju aspek arsitektural. Transfer tersebut dipengaruhi oleh aspek persyaratan penting dari tahap *Biomimetic Problem Definition* sebelumnya yaitu, oksigen yang dihasilkan bersifat tertutup.



Gambar 5.2 Proses Transfer Analogi System

Proses transfer biologi menuju arsitektur dijabarkan sebagai berikut:

#### 1. Matahari

Transfer komponen biologi matahari menuju aspek arsitektural dilakukan dengan memfasilitasi cahaya matahari untuk masuk kedalam komponen daun. Aplikasi tersebut mencakup pemilihan material bangunan berupa kaca yang dapat mendukung fungsi matahari dalam proses fotosintesis, yaitu memberikan energi pada komponen daun.

#### 2. Daun

Komponen daun dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

- **Komponen luar**

Berupa cangkang atau wadah untuk memfasilitasi proses fotosintesis yang berlangsung pada klorofil. Karena dipengaruhi oleh persyaratan bahwa oksigen yang dihasilkan bersifat tertutup, maka media tanam yang dipakai adalah media air.

Media air digunakan untuk mengisolasi oksigen yang dihasilkan agar tidak bersentuhan dengan senyawa lain di udara. Air juga berfungsi sebagai media pengikat dan pengangkut oksigen hasil fotosintesis.

- **Komponen dalam**

Komponen dalam berupa media tanam dari tanaman yang mengandung senyawa karbondioksida dan air. Media tanam tersebut juga berfungsi sebagai bahan untuk proses fotosintesis.

Klorofil merupakan komponen biologi yang tidak dapat ditransfer menuju aspek arsitektural, sehingga zat klorofil dihadirkan dalam bangunan melalui penggunaan tanaman hidup secara langsung. Tanaman yang digunakan merupakan tanaman air dengan kemampuan menghasilkan oksigen tinggi yaitu *Ceratophyllum demersum*.

### 3. Oksigen

Oksigen merupakan hasil dari proses fotosintesis yang ditransfer menuju aspek arsitektur berupa udara. Oksigen dimasukkan kedalam ruangan dalam bentuk udara untuk meningkatkan kadar oksigen dalam ruang, sehingga peningkatan oksigen dalam ruang dapat terpenuhi.

Kaitan permasalahan dan solusi dari analogi fotosintesis terdapat pada aspek pemenuhan kebutuhan oksigen bagi bangunan. Analogi fotosintesis dapat menyediakan oksigen yang kemudian disuplai pada bangunan.

### ***F. Identify Analogical Target: Application***

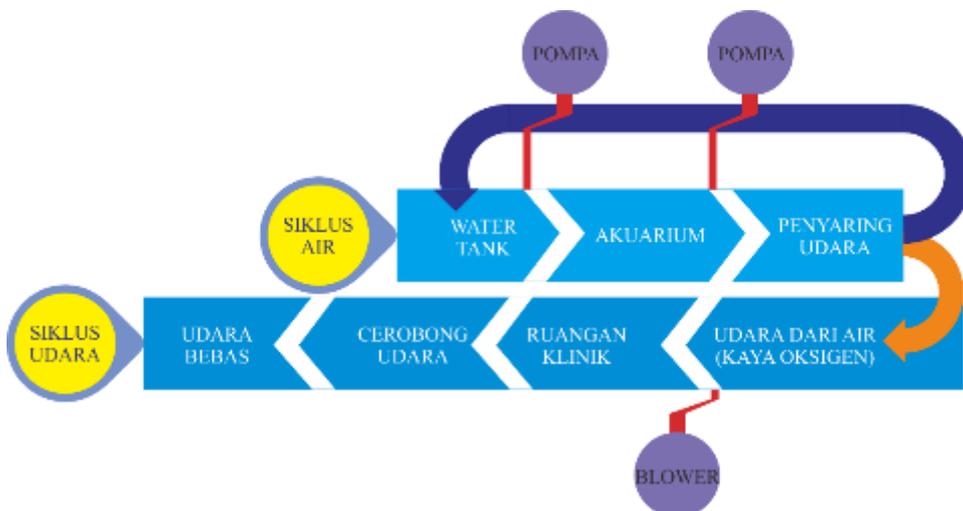
Aplikasi solusi abstrak dari analogi fotosintesis dipengaruhi oleh komponen yang berperan dalam fotosintesis. Komponen utama tersebut adalah cahaya matahari sebagai sumber energi dari proses tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan klorofil terhadap cahaya matahari, maka solusi abstrak tersebut ditempatkan pada area dengan cahaya matahari yang tinggi. Bagian dari bangunan dengan intensitas paparan matahari yang tinggi berada pada bagian atap bangunan, sehingga solusi perancangan tersebut cocok ditempatkan pada bagian atap bangunan.

### ***G. Transfer Solution to biomimetic Application or concept***

Analogi proses fotosintesis diwujudkan dalam sistem penghawaan bangunan yang mampu meningkatkan kadar oksigen dalam bangunan. Tahapan dalam transfer analogi fotosintesis menjadi teknologi dalam bangunan antara lain:

1. Menentukan Siklus Dari Proses Fotosintesis Pada Bangunan.

Siklus dari proses fotosintesis dalam bangunan dibagi menjadi dua siklus yaitu siklus udara dan siklus air. Siklus air merupakan siklus untuk menangkap oksigen hasil fotosintesis ke dalam media air, sedangkan siklus udara merupakan siklus untuk menyebarkan udara kaya oksigen ke dalam ruangan klinik.



**Gambar 5.3 Siklus Analogi Foto-system Buatan**

Tahapan siklus tersebut yaitu:

- A. Air disuplai dari water tank
- B. Air bergerak menuju aquarium untuk menangkap oksigen dari tanaman air.
- C. Air yang kaya oksigen bergerak menuju filter udara untuk memisahkan air dan udara.
- D. Air bergerak kembali menuju water tank, sedangkan udara bergerak menuju ruangan dalam klinik
- E. Udara bergerak melewati ruangan klinik dan menuju cerobong udara pada sudut bangunan
- F. Udara bergerak menuju udara bebas melalui cerobong udara.
- G. Cahaya matahari membunuh kuman yang terkandung dalam udara tersebut.

## 2. Penempatan Konsep Foto-System Pada Bangunan

Berdasarkan proses *Identify Analogical Target: Application*, penempatan konsep foto-system buatan berada pada bagian atap bangunan. Peletakan tersebut memaksimalkan paparan matahari pada area aquarium untuk mendukung proses fotosintesis. Akibat dari posisi atap yang memiliki ketinggian tertentu, maka dibutuhkan peralatan mekanis untuk mendukung proses foto-system buatan di dalam bangunan.

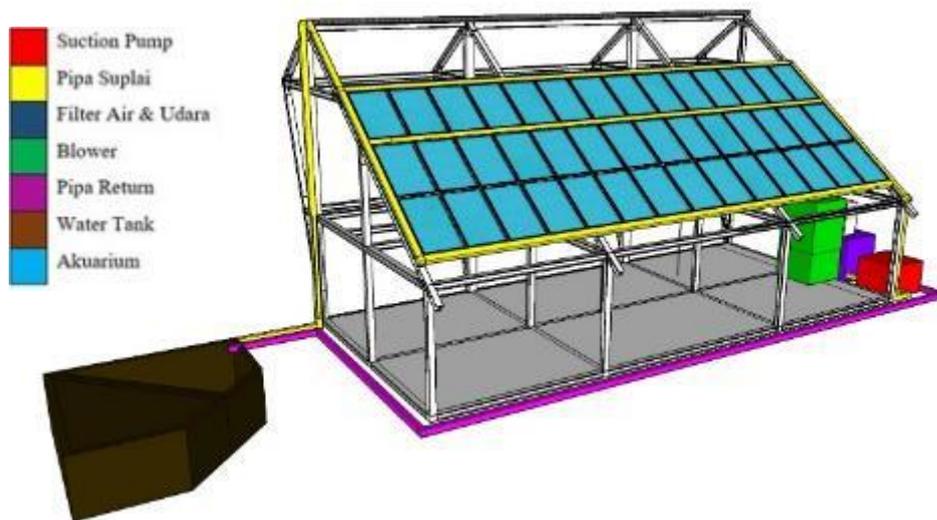
Kebutuhan dan fungsi perangkat pendukung sirkulasi udara dan air pada atap bangunan dengan analogi proses fotosintesis dijelaskan dalam tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Kebutuhan Perangkat Konsep Foto-system**

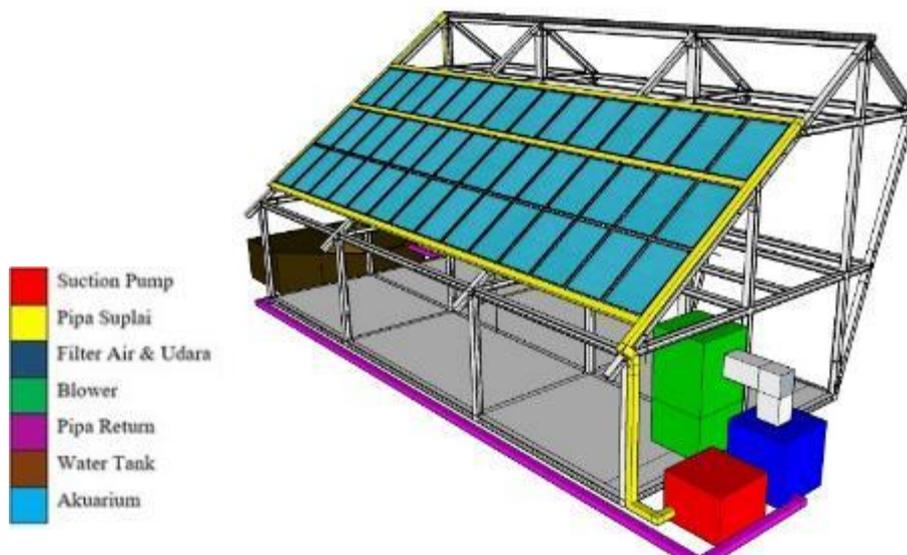
No	Siklus	Kebutuhan Perangkat	Fungsi
1	Air	Water Tank	Menampung air sebagai media kontrol & penghantar udara
		Pompa (Pressure Pump)	Mendorong air dari water tank menuju aquarium
		Aquarium	Media tanaman

		Pompa (Suction Pump)	Menghisap air dari akuarium menuju media penyaring air dan udara
		Penyaring pipa	Perangkat pemisah air dan udara
2	Udara	Blower	Media penyebar udara kaya oksigen
		Cerobong udara	Area pengarah udara kotor menuju udara bebas
		Ducting	Saluran Udara

Penempatan peralatan mekanis tersebut dijabarkan dalam gambar 5.4 dan 5.5 berikut.



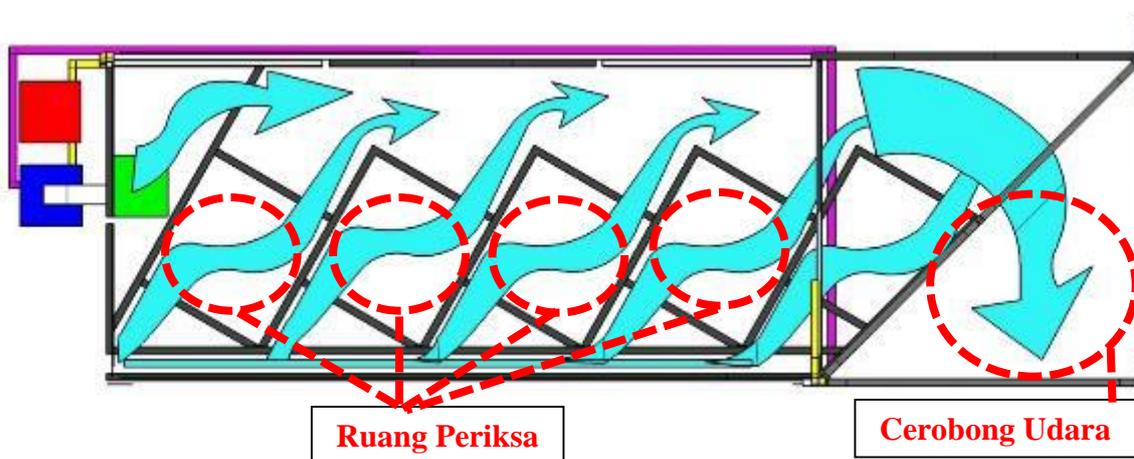
**Gambar 5.4 Penempatan Peralatan Mekanis 1**



**Gambar 5.5 Penempatan Peralatan Mekanis 2**

### 3. Pergerakan Udara Dalam Ruang

Udara kaya oksigen yang telah mengalami proses pemisahan, bergerak menuju ruangan dengan potensi penularan kuman yang tinggi. Ruangan dengan potensi penularan yang tinggi tersebut adalah ruang periksa pasien. Pada ruangan tersebut, sumber udara yang dihembuskan kedalam ruangan ditempatkan pada area belakang staff kesehatan klinik untuk mengurangi potensi penularan dari pasien terhadap staff tersebut. Bentuk denah bangunan mengikuti bentuk aliran udara dalam ruang, sehingga aliran udara dapat bergerak dengan lancar menuju area cerobong udara.



Gambar 5.6 Aplikasi Analogi Foto-svstem Buatan 1

### 4. Kebutuhan Oksigen Dalam Ruang

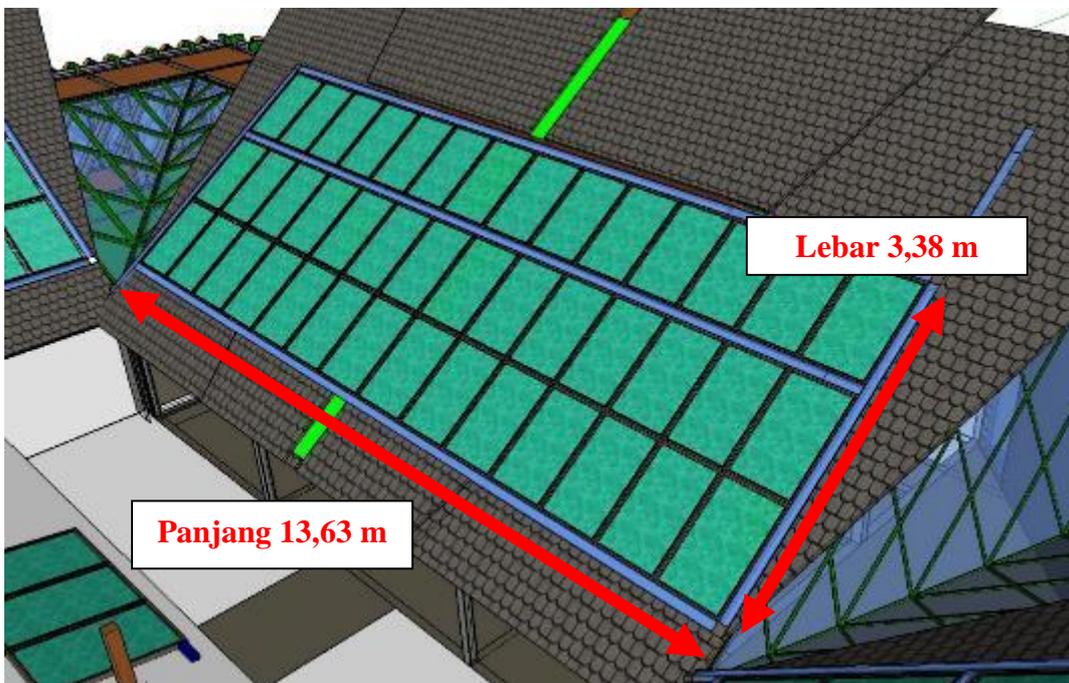
Untuk meningkatkan kadar oksigen dalam ruang periksa, maka dibutuhkan suplai oksigen dari tanaman air yang berada pada atap bangunan. Jumlah tanaman air yang dibutuhkan untuk memberikan suplai oksigen pada ruang periksa dihitung berdasarkan kemampuan tanaman air menghasilkan oksigen tiap miligram/liter.

Manusia memerlukan 0,5 kg oksigen untuk bernafas setiap hari (Kusminingrum,2008). Apabila klinik beroperasi selama 12 jam maka setiap manusia pada ruang periksa membutuhkan 0,25 kg oksigen. Terdapat empat unit ruang periksa dalam klinik, sehingga jumlah manusia dalam empat ruang periksa berjumlah 12 orang ( 4 Dokter, 4 Pasien & 4 Pendamping Pasien). 12

pengguna ruang periksa membutuhkan oksigen sebanyak 3 kg setiap 12 jam. Untuk mempermudah perhitungan maka 3 kg dikonversi menjadi 300.000 mg.

Tanaman *Ceratophyllum demersum* mampu menghasilkan 0,98 mg/liter oksigen, sehingga setiap liter air yang berada pada akuarium mengandung 0,98 mg oksigen setiap jam. Ukuran akuarium pada setiap massa bangunan adalah 13,63 meter untuk panjang, 3,38 meter untuk lebar dan 0,2 meter tebal. Volume akuarium pada tiap massa adalah 9,21, sehingga volume air pada empat massa bangunan adalah 36,85 m<sup>3</sup>. Apabila dikonversi menjadi liter maka volume air dari empat massa bangunan adalah 36.850 liter. Karna setiap liter air mengandung 0,98 mg oksigen, maka jumlah oksigen yang terkumpul adalah 36.113 mg oksigen. Untuk 12 jam proses fotsintesis akan menghasilkan 433.356 mg oksigen.

Apabila dibandingkan dengan kebutuhan oksigen pengguna klinik setiap 12 jam, maka akuarium tersebut dapat menambah 144 % dari kebutuhan dasar, sehingga kadar oksigen dalam ruang meningkat menjadi 733.356 mg atau 7,3kg.



Gambar 5.7 Aplikasi Analogi Foto-system Buatan 2





Gambar 5.9 Aplikasi Analogi Pada Denah Lantai 1

### 5.3 Konsep Aplikasi Vegetasi

Aplikasi vegetasi pada bangunan berfungsi sebagai strategi pasif untuk meningkatkan kadar oksigen pada ruang luar bangunan. Strategi pasif yang dipakai antara lain:

- A. Massa bangunan untuk isolasi oksigen terhadap pengaruh udara luar, sehingga oksigen dapat bertahan lebih lama diarea bangunan klinik.
- B. Aplikasi pohon penghasil oksigen tinggi untuk mendukung oksigen dalam ruang
- C. Aplikasi pohon pelindung untuk mencegah udara luar masuk kedalam area bangunan.

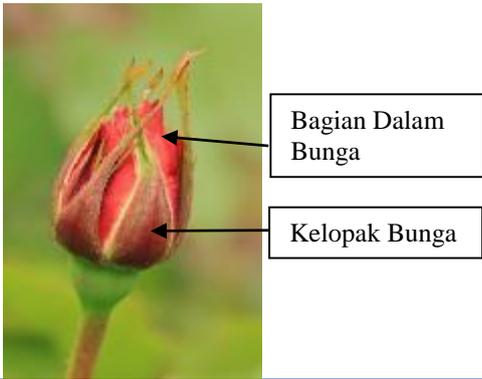
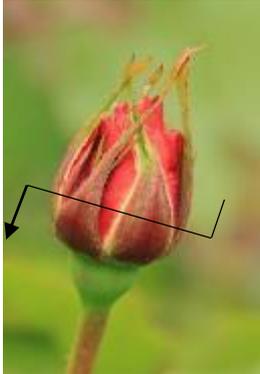
### 5.3.1 Massa Bangunan

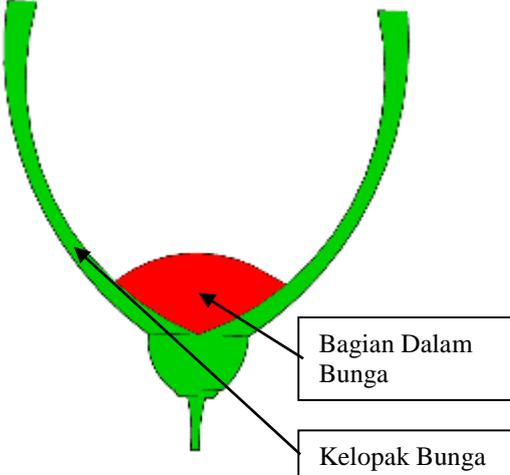
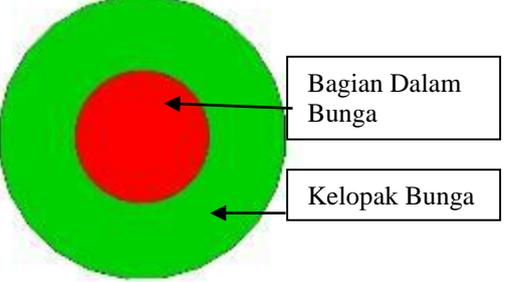
Tujuan utama dari massa bangunan adalah menjaga oksigen yang dihasilkan oleh tanaman di dalam klinik kesehatan dapat terjaga dari pengaruh negatif lingkungan luar. Tujuan tersebut memiliki kaitan dengan fungsi kelopak bunga yang memiliki fungsi struktur sebagai aspek perlindungan terhadap mahkota bunga pada masa kuncup bunga. Konsep kelopak bunga tersebut mendasari terbentuknya massa bangunan.

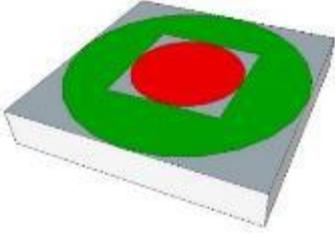
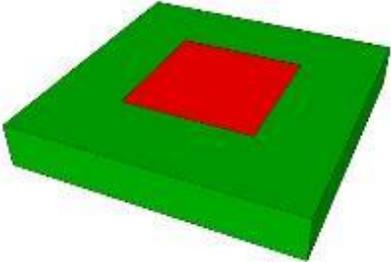
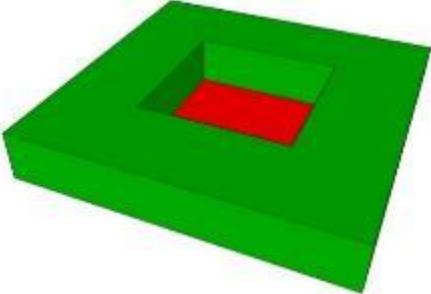
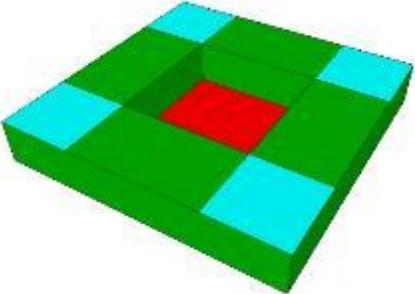
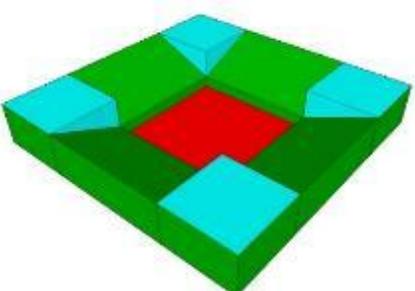
#### A. Proses Pencarian Bentuk

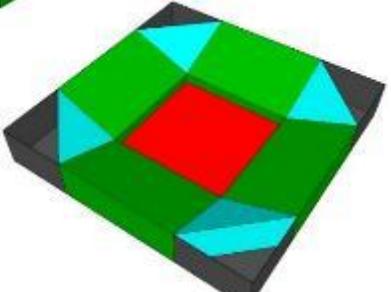
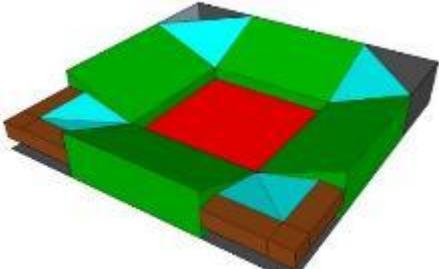
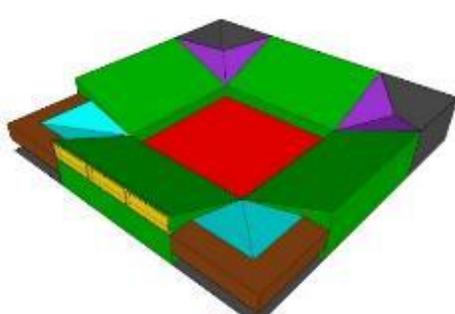
Pengembangan bentuk dari massa bangunan diawali dengan mengambil bentuk dasar kelopak bunga yang kemudian dikembangkan untuk mencari bentuk bangunan yang memiliki aspek isolasi.

**Tabel 5.3 Aplikasi Analogi Kelopak Bunga**

No	Bentuk Dasar	Pengaruh Eksternal terhadap Bentuk Bangunan
1	 <p>Bagian Dalam Bunga</p> <p>Kelopak Bunga</p>	Bentuk dasar bunga dengan kelopak bunga ( <i>Calyx</i> ) sebagai pelindung dari komponen bagian dalam bunga dari pengaruh negatif lingkungan luar.
2	 <p>Potongan Vertikal</p>	Potongan pada bunga untuk memilah aspek perlindungan kelopak bunga terhadap komponen bagian dalam bunga

<p>3</p>		<p>Potongan Vertikal komponen bunga menunjukkan fungsi isolasi dari kelopak bunga yang melindungi bagian dalam bunga dengan jalan menyelubungi area dalam bunga</p>
<p><b>Potongan Horizontal</b></p>		<p>Potongan Horizontal memotong bentuk dasar kelopak bunga terhadap bagian dalam bunga</p> <p>Kelopak bunga dan bagian dalam bunga dianalogikan sebagai ruang dalam bangunan. Pada area bagian dalam bunga, ditetapkan sebagai area ruang tunggu outdoor pada bangunan, yang merupakan area dengan tingkat kontaminasi tinggi.</p>
<p>4</p>		<p>Penambahan dimensi pada area kelopak bunga (warna hijau) untuk menyesuaikan luasan ruang pada kelompok ruang dalam fasilitas klinik, serta menambah jarak antara area kontaminasi tinggi terhadap lingkungan sekitar.</p>

5		<p>Penyesuaian bentukan dasar untuk mempermudah aplikasi program ruang pada bentukan dasar</p>
		<p>Area ruang tunggu outdoor (warna merah) memiliki ketinggian yang lebih rendah terhadap bangunan, sehingga mendukung aspek isolasi oksigen di dalam bangunan</p>
		<p>Aspek ketinggian pada bagian ruang dalam klinik (warna hijau) mengarahkan udara yang mengandung kuman menuju bagian atas bangunan, sehingga kuman dapat terpapar matahari sebelum sampai pada area sekitar klinik.</p>
6		<p>Aplikasi cerobong udara pada sudut bangunan (warna biru) untuk memusatkan aliran udara kotor yang akan dibuang menuju udara bebas pada area bangunan yang tinggi.</p>
7		<p>Aplikasi kemiringan pada bagian atas bangunan untuk mendukung aspek paparan sinar matahari yang dibutuhkan dalam komponen Foto-system buatan.</p>

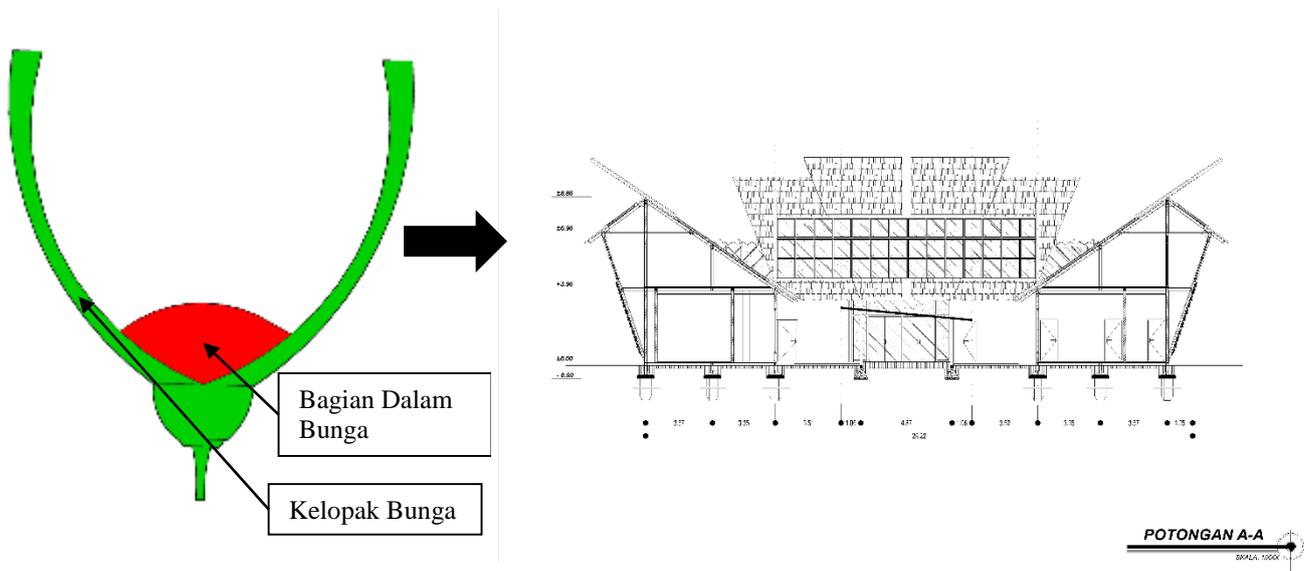
8		<p>Penyesuaian bentukan cerobong udara (warna biru) terhadap kemiringan bagian atas bangunan, sehingga dapat memaksimalkan pergerakan udara dari area kontaminasi tinggi (warna merah) menuju udara bebas.</p>
9		<p>Aplikasi jalur sirkulasi berupa jembatan (warna coklat) untuk menghubungkan massa bangunan dengan tingkat kontaminasi rendah guna mendukung penanggulangan penyebaran kuman dari area kontaminasi tinggi.</p>
10		<p>Penyesuaian bentukan cerobong udara (warna ungu) untuk mendukung pergerakan udara menuju udara bebas pada ketinggian maksimum yang dapat dicapai.</p>



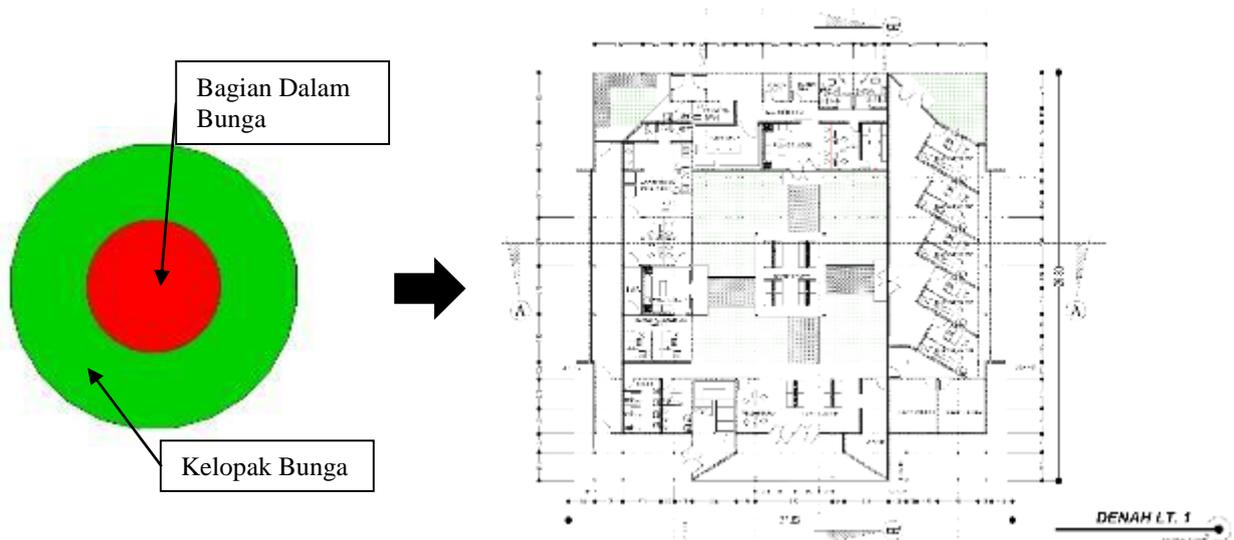
## B. Detailing Analogi Kelopak Bunga

Aspek Detailing yang berpengaruh dari analogi kelopak bunga adalah

- Aplikasi potongan secara vertikal dari analogi kelopak bunga pada massa bangunan yang ditunjukkan dengan potongan bangunan.
- Aplikasi potongan secara horizontal dari analogi kelopak bunga pada zonasi lantai 1 bangunan yang ditunjukkan dalam denah lantai 1 bangunan.



Gambar 5.10 Potongan Vertikal Bunga Menjadi Acuan Dari Potongan



Gambar 5.11 Potongan Horizontal Bunga Menjadi Acuan Denah

### 5.3.2 Konsep Pemilihan Vegetasi

#### A. Pemilihan Vegetasi

Elemen vegetasi ditentukan berdasarkan tiga komponen utama dari kriteria khusus perancangan yaitu:

- Vegetasi memiliki kemampuan menghasilkan oksigen tinggi
- Vegetasi memiliki aspek warna dominan hijau
- Vegetasi merupakan kelompok vegetasi peneduh

Berdasarkan kemampuan menghasilkan oksigen tinggi, vegetasi dipilih berdasarkan kemampuan vegetasi dalam mereduksi karbondioksida. Semakin tinggi karbondioksida yang direduksi melalui proses fotosintesis, maka semakin banyak oksigen yang dihasilkan dari proses tersebut.

Komponen warna dominan dari vegetasi dilihat dari kondisi fisik dari tampilan warna vegetasi. Tanaman dengan dominan warna hijau merupakan tanaman yang sesuai dengan kriteria khusus perancangan. Pada aspek kelompok vegetasi peneduh, tanaman dilihat berdasarkan kemampuan tanaman sebagai vegetasi yang dapat meneduhkan bangunan.

**Tabel 5.4 Perbandingan Kelompok Vegetasi**

No	Pereduksi CO2	Tanaman Peneduh	
		Nama Tanaman	Warna Tanaman
1	Ganitri ( <i>Elaeocarpus sphaericus</i> )	Pohon Tanjung	Hijau
2	Bungur ( <i>Lagerstroemia flos-reginae</i> )	Pohon Ketapang Kencana	Hijau
3	Cempaka ( <i>Michellia champaca</i> )	Pohon Beringin	Hijau
4	Kembang Merak ( <i>Caesalpinia pulcherrima</i> )	Pohon Glodokan Tiang	Hijau
5	Saputangan ( <i>Maniltoa grandiflora</i> )	Pohon Mangga	Hijau
6	Tanjung ( <i>Mimusops elengi</i> )	Pohon Trembesi	Hijau
7	Kupu-kupu ( <i>Bauhinia sp</i> )	Pohon Mahoni	Hijau
8	Acret ( <i>Spathodea campanulata</i> )	Pohon Kiara Payung	Hijau
9	Asam kranji ( <i>Pithecellobium dulce</i> )	Pohon Angsana	Hijau & kuning
10	Felicium ( <i>Filicium decipiens</i> )	Pohon Asam Jawa	Hijau
11	Galinggem ( <i>Bixa orellana</i> )		

Dari tabel perbandingan vegetasi, terdapat vegetasi yang memenuhi tiga komponen dari kriteria khusus perancangan yaitu Pohon Tanjung (*Mimusops elengi*). Pohon tanjung merupakan kelompok tanaman dengan kemampuan mereduksi karbondioksida yang tinggi dan termasuk dalam kelompok tanaman dengan fungsi peneduh, serta memiliki warna dominan hijau pada tampilan tanaman tersebut.

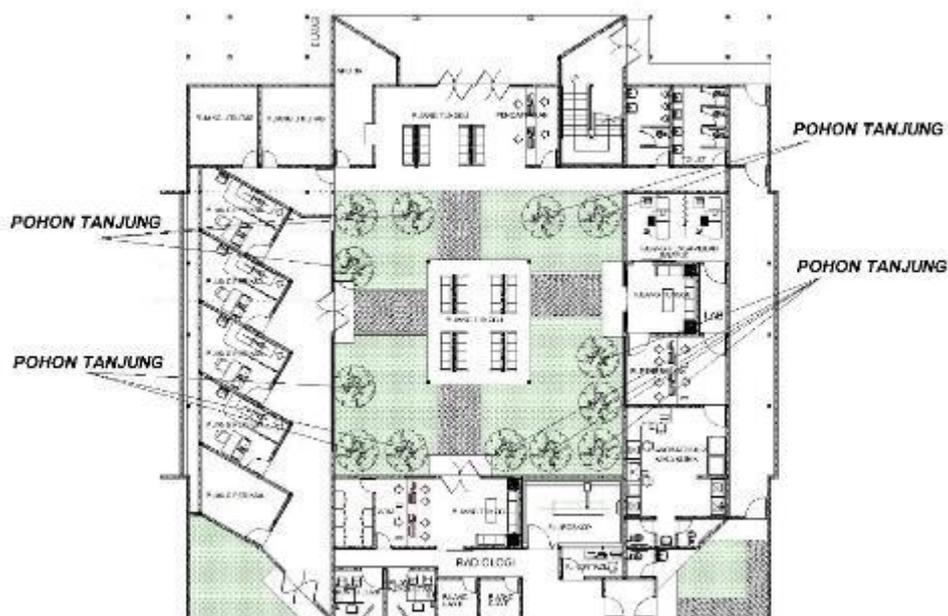
#### B. Aplikasi Pohon Penghasil Oksigen

Kebutuhan tanaman akan oksigen pada suatu area, dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah jiwa} \times 0.5 \text{ Kg}_{\text{O}_2}}{1.2 \text{ Kg O}_2} \times 1 \text{ pohon}$$

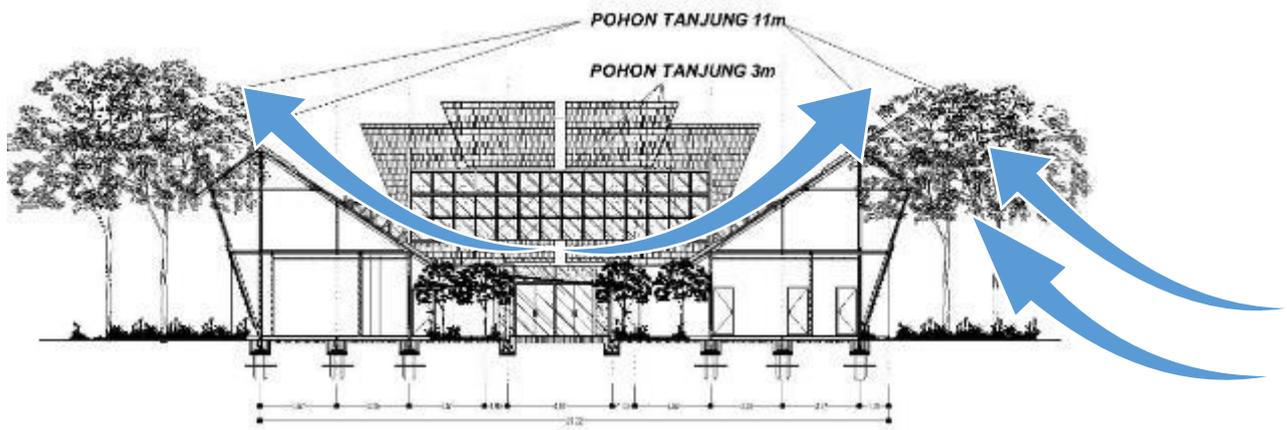
**Gambar 5.12 Kebutuhan Pohon (Kusminingrum,2008)**

Sehingga, jumlah pohon yang dibutuhkan untuk ruang tunggu dengan kapasitas 30 orang adalah 12 pohon. Aplikasi pohon pada area ruang tunggu akan meningkatkan kadar oksigen pada area ruang tunggu. Vegetasi yang diaplikasikan pada area ruang tunggu memiliki ketinggian

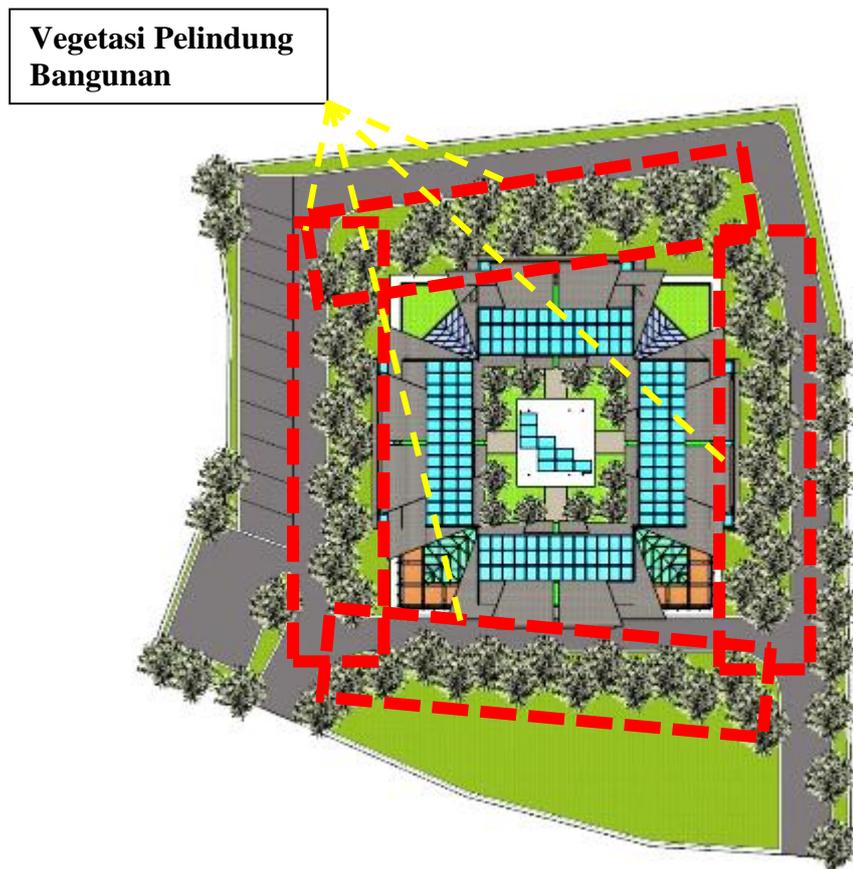


**Gambar 5.13 Aplikasi Vegetasi 1**



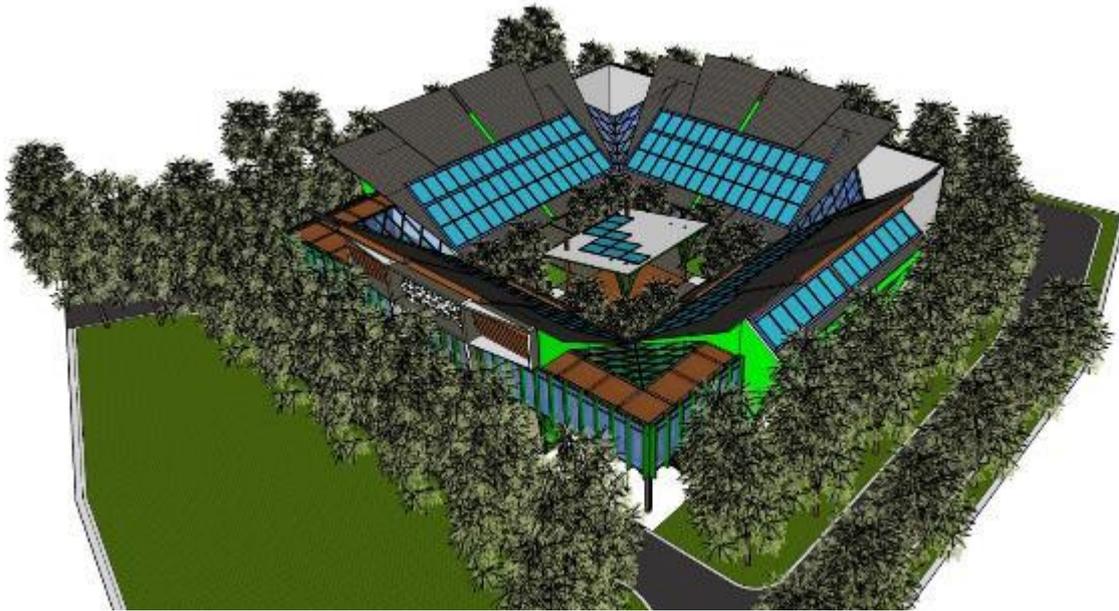


Gambar 5.15 Aplikasi Vegetasi 3



Gambar 5.16 Aplikasi Vegetasi 4

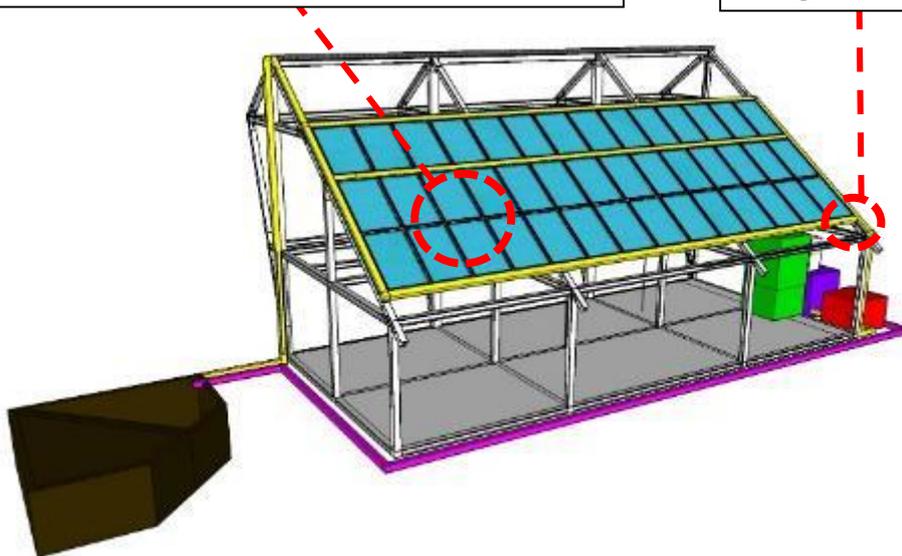
### 5.3.3 Detailing Pemilihan Vegetasi



Gambar 5.17 Aplikasi Vegetasi 5

Aquarium Berisi Air dan Tanaman sebagai sumber oksigen.

Pipa penyalur air kaya oksigen



Gambar 5.18 Penempatan Komponen

## 5.4 Evaluasi Perancangan

Hasil dari proses perancangan memiliki aspek positif yang berkembang dari bangunan-bangunan preseden tesis. Kategori perkembangan dikelompokkan pada 2 aspek utama yaitu aspek pencegahan penularan dan aspek ketersediaan oksigen.

Pada aspek pencegahan penularan, hasil perancangan memiliki resiko penularan penyakit yang sedikit dengan aplikasi aliran udara dalam ruang. Penggunaan strategi aktif dengan melibatkan komponen mekanis pada bangunan tidak dioptimalkan. Bangunan berfokus pada kombinasi strategi aktif dan strategi pasif, sehingga energi yang dibutuhkan oleh bangunan relatif sedikit.

Tabel 5.5 Evaluasi perbandingan hasil perancangan

Aspek Perancangan	Komponen	Preseden			Hasil Perancangan
		Caboolture super clinic	Makox Hako	Forest Clinic	
Aspek Pencegahan Penularan	Resiko penularan penyakit	Besar	Sedikit	Sedikit	Sedikit
	Energi yang dibutuhkan	Sedikit	Banyak	Banyak	Sedikit
	Strategi Pencegahan Penularan	Menggunakan strategi pasif dengan menempatkan halaman pada area pusat klinik	Menggunakan strategi aktif dengan memanfaatkan komponen mekanis	Menggunakan strategi aktif dengan memanfaatkan komponen mekanis	Kombinasi Strategi Aktif (Foto-system Buatan) dan Pasif (aplikasi vegetasi dan massa bangunan)
Aspek Ketersediaan Oksigen	Sifat oksigen dalam bangunan	Tidak terkontrol	Terkontrol	Terkontrol	Terkontrol
	Sumber penyedia oksigen	Tumbuhan	Mekanis	Mekanis	Tumbuhan dan mekanis
	Jumlah Oksigen	Tidak teratur (pasif)	Teratur (Mekanis)	Teratur (Mekanis)	Teratur (Mekanis)

Pada aspek ketersediaan oksigen, hasil perancangan mampu mengontrol oksigen yang ada didalam bangunan melalui 2 strategi. Strategi pertama diterapkan pada ruang dalam bangunan dengan mengisolasi oksigen pada media air melalui konsep *foto-system* buatan untuk mengontrol pergerakan oksigen. Strategi kedua digunakan pada area luar bangunan dengan menempatkan vegetasi disekeliling bangunan untuk membentuk penghalang dan pembatas antara lingkungan klinik dan lingkungan luar. Aspek kontrol yang muncul adalah pada kontrol kualitas dan kebersihan oksigen dalam bangunan yang tidak terkontaminasi oleh udara luar bangunan.

Sumber penyediaan oksigen pada hasil perancangan berasal dari sumber tumbuhan alami dan mekanis. Penggunaan tersebut berguna dalam meminimalisir ketergantungan oksigen pada komponen mekanis yang membutuhkan energi yang lebih banyak bila dibandingkan dengan tumbuhan alami. Suplai oksigen pada bangunan bersifat teratur pada strategi mekanis penyediaan oksigen, sehingga kualitas oksigen dalam ruang dapat terjaga dengan baik.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Keterkaitan hasil perancangan dengan tujuan perancangan dibagi menjadi 2 kelompok antara lain:

##### **1. Mencegah bakteri tuberkulosis**

Pencegahan penularan penyakit tuberkulosis didukung oleh cahaya matahari langsung pada area luar bangunan. Cahaya matahari berfungsi sebagai pembunuh kuman pada area luar bangunan. Untuk area ruang dalam bangunan, digunakan aspek aliran udara untuk memaksa udara keluar. Proses aliran udara tersebut didukung oleh konsep *foto-system* dan pola susunan ruang dalam bangunan. Susunan ruang dalam pada bangunan memungkinkan udara bergerak lancar tanpa hambatan, sehingga tidak ada area dari ruang yang dapat dijadikan sebagai tempat menempel dan berkembang biak kuman tuberkulosis. Setelah diarahkan menuju cerobong udara, udara yang mengandung kuman tuberkulosis tersebut bergerak keluar bangunan dan terpapar sinar matahari langsung.

Paparan sinar matahari langsung difasilitasi untuk dapat membunuh kuman pada area ruang tunggu klinik. Ruang tunggu pada klinik memiliki konsep outdoor, sehingga mendapatkan paparan matahari langsung untuk mendukung proses pencegahan penularan. Pergerakan udara pada ruang tunggu memiliki potensi besar untuk bersinggungan dengan cahaya matahari, sehingga proses pemusnahan bakteri dapat berjalan dengan cepat. Pergerakan udara dari ruang tunggu, didukung oleh bentuk massa bangunan yang lancip. Bentuk miring tersebut, akan mendukung pergerakan udara dari ruang tunggu menuju udara bebas. Massa bangunan juga berfungsi sebagai pelindung yang memisahkan area dalam klinik dengan area permukiman penduduk disekitar bangunan.

## 2. Meningkatkan kadar oksigen

Oksigen dihasilkan dari dua sumber yaitu aplikasi vegetasi secara langsung pada area luar dan dalam bangunan, serta aplikasi konsep *foto-system* untuk suplai oksigen pada ruang pemeriksaan.

Kondisi lingkungan sekitar bangunan yang minim vegetasi membuat kualitas udara disekitar bangunan menjadi rendah. Aplikasi vegetasi pada area luar bangunan memberikan dukungan oksigen untuk lingkungan sekitar bangunan guna meningkatkan kualitas oksigen dilingkungan sekitar bangunan, serta menjadi komponen pelindung bangunan dari pengaruh udara luar yang berpotensi merusak kualitas udara di area dalam bangunan. Vegetasi luar tersebut memiliki fungsi ganda yaitu sebagai pelindung bangunan dari pengaruh lingkungan, serta dapat berfungsi sebagai komponen isolasi bagi area dalam pada bangunan yang membuat oksigen tetap terjaga didalam bangunan. Vegetasi pada area dalam bangunan menyediakan oksigen melimpah untuk ruang tunggu klinik yang memiliki kepadatan pengguna bangunan yang tinggi.

Ruang dalam pada bangunan, khususnya ruang pemeriksaan, memiliki persyaratan pencegahan penularan yang lebih spesifik, sehingga proses penyediaan oksigen pada ruangan tersebut dilakukan secara mekanis dengan menggunakan konsep *foto-system* buatan. Oksigen yang disuplai berasal dari tanaman air yang ditempatkan di atap bangunan yang kemudian disalurkan menuju filter untuk memisahkan udara dan air. Udara kaya oksigen tersebut dialirkan kedalam bangunan melalui jalur sirkulasi udara khusus pada bagian belakang ruang pemeriksaan. Posisi semburan udara kaya oksigen disesuaikan dengan posisi pasien dan dokter, serta diarahkan oleh bentukan tata ruang dalam pada bangunan yang dapat mengarahkan bangunan dengan lancar menuju area pembuangan khusus di sudut bangunan berupa cerobong udara.

Inovasi yang muncul pada bangunan adalah kemampuan bangunan dalam menanggulangi penularan penyakit tuberkulosis pada klinik dengan menggunakan energi yang sedikit pada kondisi lingkungan perkotaan yang minim vegetasi. Bangunan mampu memenuhi kebutuhan penanggulangan

penularan penyakit tanpa tergantung dengan lingkungan sekitar. Bangunan juga mampu mendukung lingkungan sekitar dengan memanfaatkan vegetasi pada area luar bangunan untuk meningkatkan kualitas oksigen lingkungan sekitar. Bangunan juga mampu memanfaatkan vegetasi secara lebih optimal dengan memanfaatkan vegetasi sebagai sumber oksigen, sehingga vegetasi memiliki fungsi ganda yaitu sebagai komponen visual, komponen penghasil oksigen, komponen pelindung, serta sebagai komponen pemisah antara ruang dalam dan lingkungan sekitar.

## **6.2 Saran**

- Aspek pencegahan penularan bakteri tuberkulosis memiliki banyak strategi-strategi khusus selain strategi aliran udara yang dipakai pada tesis perancangan ini. Strategi lain yang dapat mencegah penularan bakteri adalah strategi pencahayaan alami, strategi pengendalian suhu, strategi pengendalian kelembapan dan strategi penggunaan senyawa kimiawi.
- Aspek pemusnahan kuman menggunakan cahaya matahari pada bangunan memiliki waktu reaksi yang relatif lama, yaitu 5 menit. Dibutuhkan pengembangan strategi untuk memusnahkan kuman agar dapat bereaksi lebih cepat.
- Kemampuan menghasilkan oksigen pada aquarium adalah  $98\text{mg/m}^3$  setiap jam. Dibutuhkan tanaman lain atau sistem lain yang dapat menghasilkan oksigen lebih banyak, sehingga media penghasil oksigen dapat lebih kecil dan mudah ditempatkan pada area tertentu pada bangunan
- Aspek pencarian sumber analogi pada tahap perancangan dilakukan secara langsung berdasarkan pendapat broadbent tentang jenis analogi. Dibutuhkan proses analisa yang lebih spesifik dalam proses pencarian ide dalam metode perancangan analogi.
- Pahami lebih dalam perbedaan analogi dan metafora dalam arsitektur. Pemilihan metode analogi digunakan untuk mencari ide penyelesaian masalah, sedangkan metafora lebih mengarah pada pencarian bentuk dari bangunan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y. (1994), *Tuberkulosis paru: Masalah Dan Penanggulangan*, UI Press, Jakarta, hal. 1-29.
- Benyus, J.M (1997), *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Morrow, New York.
- Cohen, Y.H dan Reich, Y., (2016), *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*, Springer International Publishin, Switzerland.
- Curry International Tuberculosis Center, (2011), *Tuberculosis Infection Control : A Practical Manual for Prefenting TB*, Curry International Tuberculosis Center, San Francisco.
- Cross, N, (1994), *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, John Wiley&Sons, Ltd., New Jersey.
- Debri, H.P., Widihardjo dan Wibisono, A., (2013), *Relasi Penerapan Elemen Interior Healing Environment Pada Ruang Rawat Inap dalam Mereduksi Stress Psikis Pasien (Studi Kasus: RSUD. Kanjuruhan, Kabupaten Malang)*. ITB, Bandung.
- Depkes RI. (2002), *Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis*, Departemen kesehatan, Jakarta.
- Diah, A., (2004), *Biologi I*, Erlangga, Jakarta.
- Gultom ZA., Yahya K., (2012), *Pemetaan Penyakit Tuberkulosis Di Kota Surabaya tahun 2012, Analisa Statistik Multivariat*, Jurusan Statistika, ITS, Surabaya.
- Kellert, SR., dkk, (2008), *Biophilic Design : The Teory, Science, and Practice of Bringing Building to Life*, John Willey & Sons Inc, English.
- Maglic, M.J., (2014), *Biomimicry: Using Nature as a Model for Design* . Master Theses, University of Massachusetts, Amherst.
- Malkin, J., (2002), *Medical and Dental Space Planning*, Edisi ketiga, John Willey&Sons, New York.
- Menteri kesehatan, R.I., (2014), *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 9 tahun 2014 Tentang Klinik*, Departemen Kesehatan, Jakarta.

Schaller, B., (2012), *Architectural Healing Environment* . Architecture Senior Theses, Syracuse University, New York.

Schmidt, J.C., (2005)“Bionik und Interdisziplinarität. Wege zu einer bionischen Zirkulationstheorie der Interdisziplinarität”, dalam *Bionik, Aktuelle Forschungsergebnisse aus Nature, Ingenieur-und Geisteswissenschaften*, ed. Springer, Berlin, hal.219–246.

Ulrich, R.S., (1993). “The biophilia hypothesis”, dalam *Biophilia, biophobia, and natural landscapes*, eds. Kellert S.R., dan Wilson E.O., Washington, hal. 73–137.

Vosniadou, S., dan Ortony, A., (1989) *Similarity and Analogical Reasoning*. Cambridge University Press, Cambridge.

World Health organization (2016), *Global Tuberculosis Report 2016*, WHO, Switzerland.

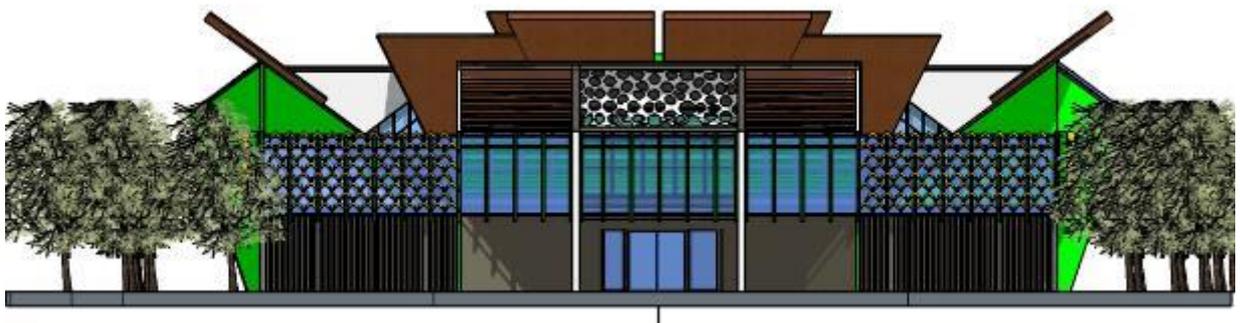
Zari, M.P., (2007), *Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability*, Sustainable building conference, Auckland.

# L AMPIRAN

## Lampiran 1 Layout Plan



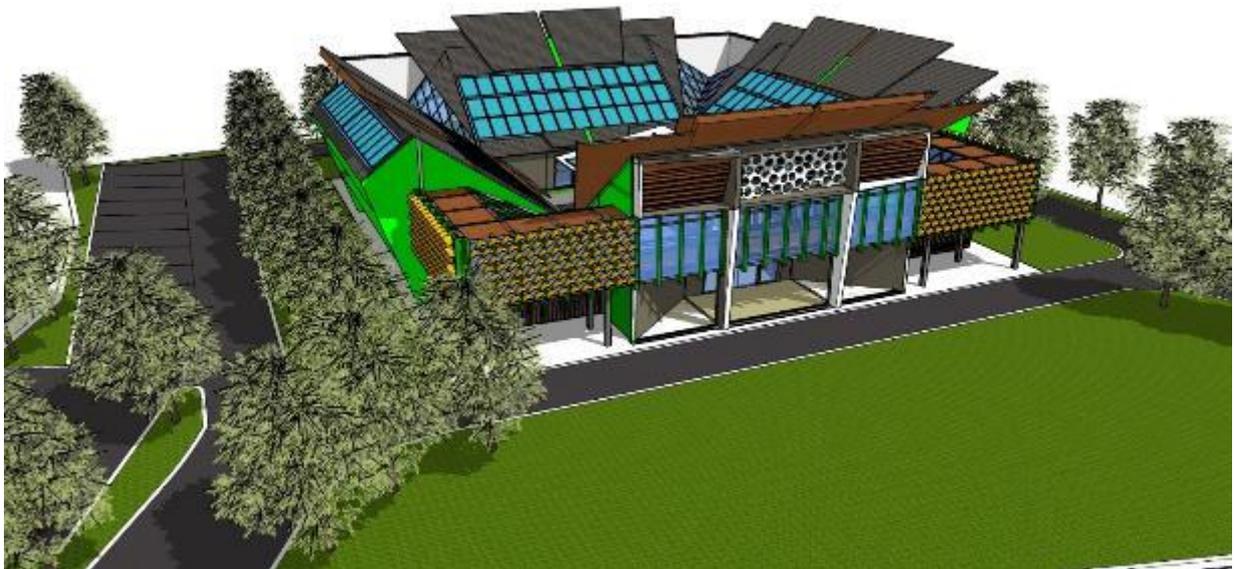
## Lampiran 2 Tampak Bangunan



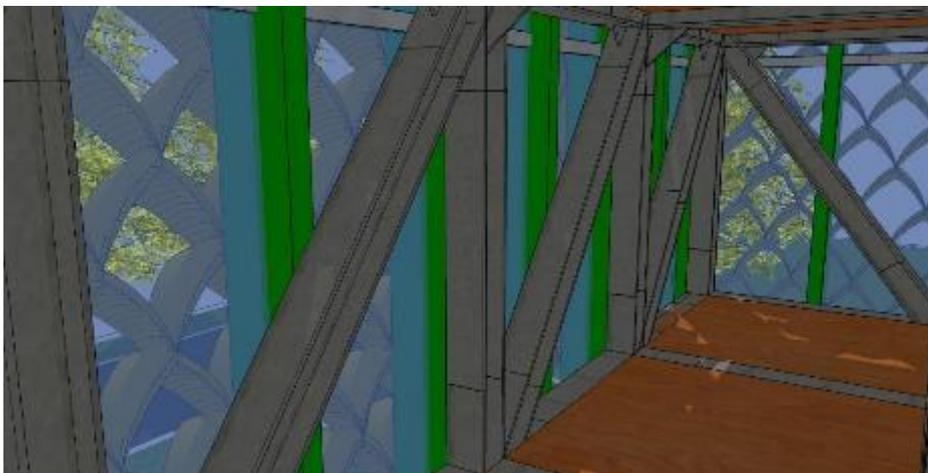
**Lampiran 3 Perspektif Bangunan 1**



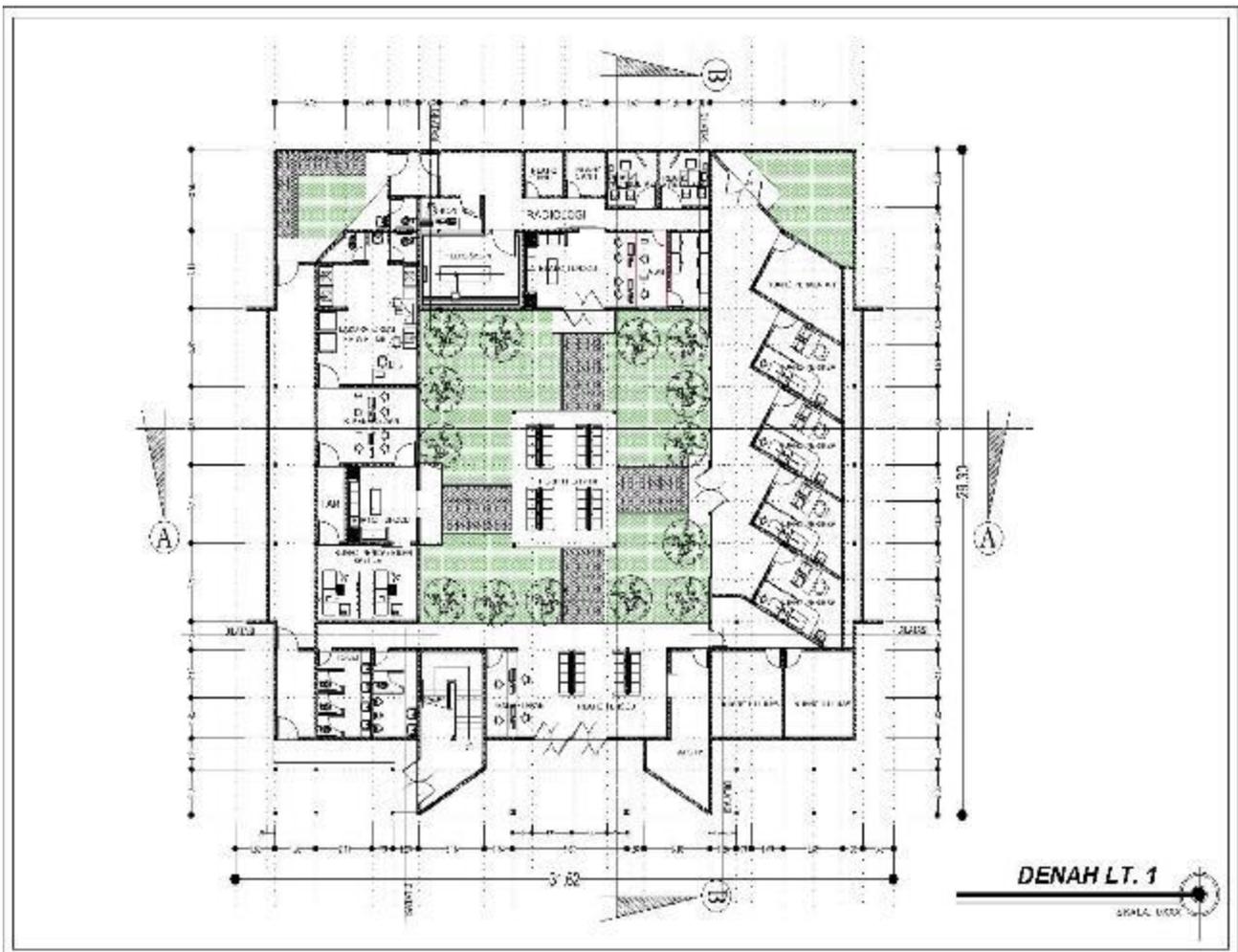
**Lampiran 4 Perspektif Bangunan 2**



**Lampiran 5 View Jembatan**



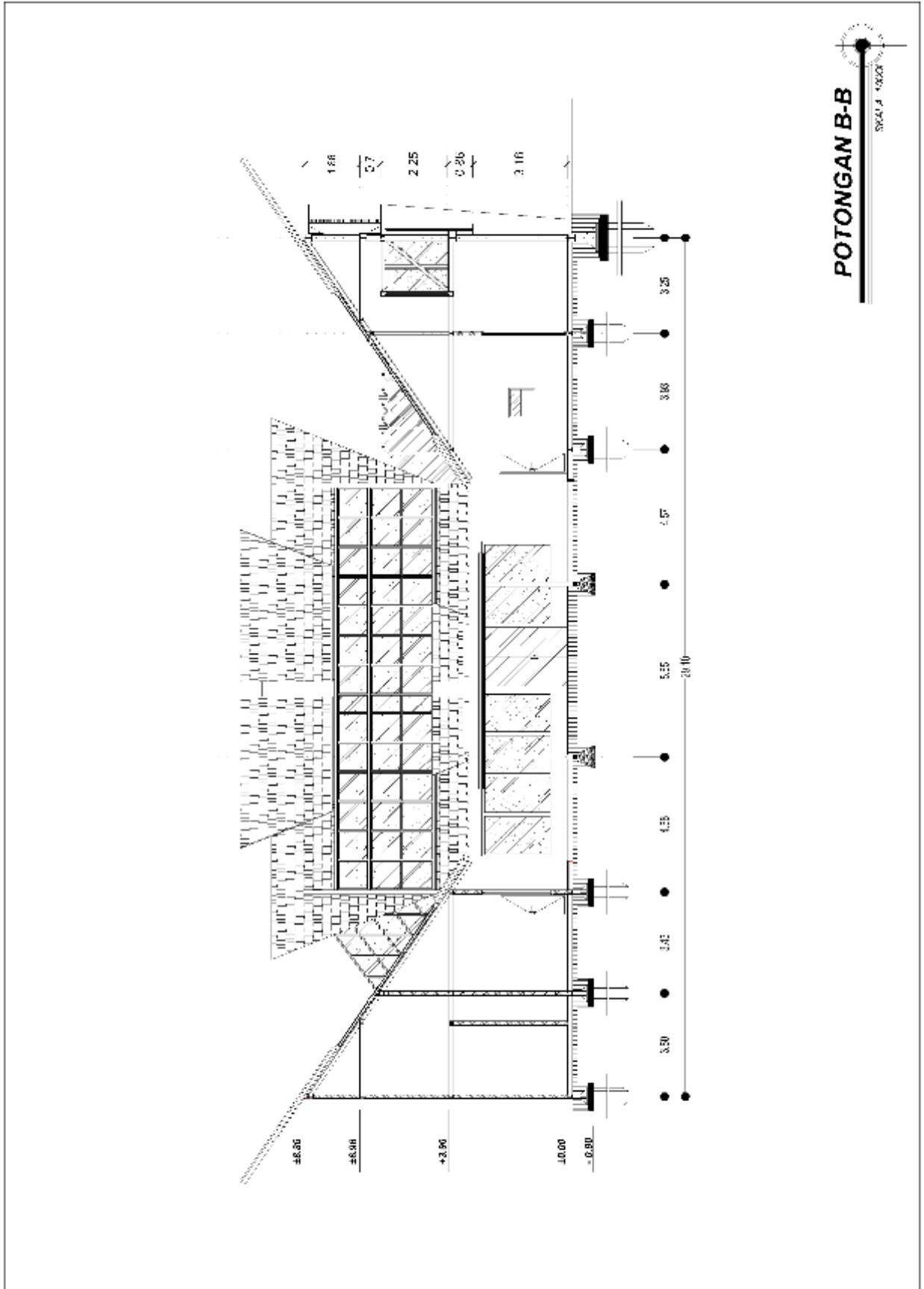
Lampiran 6 Denah Lantai 1







Lampiran 9 Potongan B-B





Lampiran 11 Tampak Barat Daya

