

PENERAPAN METODE ANALOGY BIOMIMICRY PADA PERANCANGAN KLINIK TUBERKULOSIS PARU DI SURABAYA.

Jarot Wahyono

Dosen Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: jarotwahyono@lecturer.itn.ac.id

Amar Rizqi Afdholi

Dosen Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: amarrizqi@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara urutan ke 2 tertinggi dunia untuk kasus tuberculosis (Global Tuberculosis Report, 2016). Faktor peningkatan kasus tuberculosis ialah terbatasnya fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat. Penderita tuberculosis melakukan perawatan kesehatan di klinik kesehatan, namun anggaran dasar dari klinik yang terbatas membuat kelengkapan fasilitas pencegahan penyakit menular sangat kurang (Curry International Tuberculosis Center, 2011). Agar pencegahan penyakit menular pada klinik dapat ditingkatkan dengan menggunakan anggaran yang terbatas, maka aspek alam sebagai strategi pasif pada bangunan akan dimanfaatkan secara maksimal pada bangunan.

Biomimicry menggunakan strategi yang ada di lingkungan/alam untuk digunakan sebagai solusi dari permasalahan yang muncul pada bangunan. Metode perancangan Analogy muncul sebagai panduan dalam proses transfer nilai-nilai yang ada di alam sebelum digunakan sebagai solusi pada bangunan, serta ditambahkan dengan metode Descriptive Model dari Nigel cross yang dapat mendukung proses analisa permasalahan yang akan di selesaikan dengan konsep dari alam.

Proses perancangan akan menghasilkan konsep dan skematik rancangan dari klinik kesehatan dengan menggunakan konsep alam sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan yang timbul dalam bangunan, sehingga dapat mengurangi faktor penularan virus tuberculosis pada area klinik kesehatan dan masyarakat sekitar klinik.. Konsep tersebut dapat diaplikasikan pada fasilitas kesehatan lain, sehingga dapat mendukung mengurangi resiko penularan pada klinik kesehatan.

Kata kunci : Tuberkulosis Paru-paru, klinik, Biomimicry, metode desain analogi.

ABSTRACT

Indonesia is the 2nd highest country in the world for tuberculosis cases (Global Tuberculosis Report, 2016). Factors increasing cases of tuberculosis is the limited public health service facilities. Tuberculosis patients perform health care in health clinics, but the limited budget of the clinic makes the completeness of infectious disease prevention facilities very lacking (Curry International Tuberculosis Center, 2011). For the prevention of infectious diseases in clinics to be increased by using a limited budget, the natural aspect as a passive strategy in buildings will be utilized optimally in buildings.

Biomimicry uses strategies that exist in the environment/nature to be used as solutions to problems that arise in buildings. The Analogy design method appears as a guide in the process of transferring values that exist in nature before being used as a solution in buildings and added with the Descriptive Model method from Nigel cross which can support the problem analysis process that will be solved with concepts from nature.

The design process will produce concepts and schematic designs from health clinics using the concept of nature as a solution in overcoming problems that arise in the building, to reduce the transmission factor of the tuberculosis virus in the health clinic area and the community around the clinic. This concept can be applied to other health facilities so that it can help reduce the risk of transmission in health clinics.

Keywords : Pulmonary Tuberculosis, clinic, Biomimicry, analogy design method

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara urutan kedua pada jumlah kasus positif penyakit tuberkulosis paru dunia (*Global Tuberculosis Report, 2016*). Data tersebut menerangkan bahwa 10% penderita tuberkulosis dunia ada di Indonesia. Dengan penderita tuberkulosis baru 331.119 orang dan kematian 100.000 orang pada 2015. Angka kematian tersebut mencapai 40 orang meninggal setiap 100.000 penduduk Indonesia secara keseluruhan.

Minimnya fasilitas kesehatan yang mendukung pencegahan penyakit tuberkulosis di Indonesia merupakan faktor penyebab peningkatan kasus tersebut, terutama pada fasilitas klinik kesehatan. Pasien yang belum sadar bahwa dirinya positif tuberkulosis yang berada di klinik, secara bebas mengabaikan aspek penularan penyakit tersebut, sehingga bakteri tuberkulosis mencemari klinik tersebut. Ditambah lagi fasilitas yang ada di klinik terkait pencegahan penyakit menular sangat terbatas (*Curry*

International Tuberculosis Center,2011). Terbatasnya fasilitasn untuk mencegah penyakit menular dalam kawasan klinik kesehatan membuat area tersebut menjadi rentan terhadap penularan bakteri tuberkulosis.

Diperlukan banyak perangkat pendukung untuk mengoptimalkan pencegahan penularan penyakit dalam area klinik yang berdampak pada besarnya anggaran yang dibutuhkan oleh klinik tersebut, sedangkan anggaran yang dimiliki oleh klinik sangat terbatas. Strategi pasif dengan memanfaatkan konsep alam digunakan untuk mendukung penyebaran bakteri tuberkulosis dalam area klinik dengan menggunakan anggaran yang terbatas.

Konsep *biomimicry* melakukan pengembangan dari ide inspiratif alam dan melakukan penyesuaian terhadap ide tersebut untuk membuat solusi dari permasalahan perancangan. 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). *Biomimicry* membantu menyelesaikan masalah yang timbul dalam klinik kesehatan tuberkulosis paru dengan memanfaatkan ide inspiratif dari alam.

Kriteria khusus perancangan yang muncul sebagai aspek permasalahan dalam proses perancangan antara lain adalah aspek penghawaan (aliran udara), aspek suhu, aspek pencahayaan alami dan aspek dekoratif. Penggunaan konsep biomimicry dengan metode perancangan analogi dalam menyelesaikan permasalahan perancangan memuat proses analisa yang akan menghasilkan konsep penyelesaian masalah dari permasalahan utama perancangan.

Pada aspek suhu menggunakan analogi tumbuhan parasit pada bangunan, pada aspek pencahayaan alami menggunakan analogi bentuk kelopak bunga dan analogi kulit durian, serta pada aspek dekoratif digunakan analogi ekosistem hutan secara langsung.

1.2. Lokasi Perancangan

Lokasi perancangan dari klinik tuberkulosis paru berada pada kecamatan Semampir Surabaya. Kecamatan Semampir memiliki perbandingan luas kawasan dan jumlah fasilitas kesehatan yang lebih minim dibandingkan dengan kecamatan lain di Surabaya. Daerah dengan penyebaran dan kasus positif tuberkulosis tertinggi di Surabaya pada 2012 antara lain kecamatan Sawahan, Wonokromo, Tambaksari dan Semampir (Yahya, 2012). Berdasarkan luas area dan jumlah fasilitas keesehatan yang ada pada area tersebut, sehingga kecamatan Semampir dipilih sebagai lokasi perancangan klinik kesehatan tuberkulosis paru. Diharapkan dengan adanya klinik tersebut, dapat meningkatkan penanggulangan penyakit tuberkulosis pada area tersebut.

Tabel 1:
Data Luasan kecamatan & Jumlah Fasilitas Kesehatan di Surabaya

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

Sumber: Dokumen Pribadi

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klinik Tuberkulosis Paru

Klinik merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang melaksanakan pelayanan pada aspek kesehatan bagi perorangan dengan menyediakan pelayanan medis dasar dan/atau spesialisik (Permenkes No 9 tahun 2014). Jenis pelayanan klinik dibagi menjadi:

- a. Klinik pratama: Klinik yang melaksanakan pelayanan dasar dan umum.
- b. Klinik utama: Klinik melaksanakan pelayanan spesialisik atau pelayanan dasar & spesialisik.

Syarat lain yang harus disediakan klinik yaitu komponen bangunan dari klinik yang permanen dan terpisah secara fisik dengan bangunan

tempat tinggal milik perorangan. Komponen hak milik klinik dapat berasal dari pihak pemerintah pusat, pihak pemerintah dalam lingkup daerah, atau masyarakat secara umum. Pada klinik yang menyediakan fasilitas rawat jalan dapat berasal dari perorangan atau kepemilikan oleh badan usaha, sedangkan klinik dengan fasilitas rawat inap dikelola dan berasal dari badan hukum. Rasio kebutuhan dari pelayanan kesehatan dan jumlah penduduk menjadi faktor persebaran klinik yang ditetapkan oleh pemerintah daerah dalam lingkup kabupaten atau kota.

Tuberculosis merupakan penyakit yang dapat menular secara langsung dan disebabkan kuman *mycobacterium tuberculosis*. Kuman tuberculosis dapat menyerang organ tubuh manusia, antara lain paru-paru, kulit, usus, ginjal, selaput otak dan tulang. Kasus terbesar tuberculosis dominan menyerang paru-paru manusia karena kuman tuberculosis dapat menular melalui udara, sehingga perkembangan kuman tuberculosis sering terjadi di paru-paru manusia (Aditama,1994). Aspek khusus pada kuman *mycobacterium tuberculosis* adalah:

1. Kuman tuberculosis dapat mati apabila terpapar sinar matahari secara langsung, sedangkan pada area lembab dan gelap dapat bertahan hidup selama beberapa jam. Kuman tuberculosis mampu tertidur lama (dorman) dalam jaringan tubuh manusia dalam jangka waktu beberapa tahun (Depkes RI,2002).
2. Kuman tuberculosis dapat berkembang dengan maksimal pada suhu 22°C (Jawetz,1982) dengan jangka waktu berkembang biak kurang lebih 12 jam.
3. Kuman tuberculosis dapat mati apabila berada pada air yang mendidih dengan suhu 80°C selama 5 menit dan dapat mati pada air bersuhu 60°C selama 20 menit. Bakteri tuberculosis dapat bertahan selama berbulan-bulan dengan suhu lembab(Tanjung,2010).

Berdasarkan data departemen kesehatan republik Indonesia (2008), Penularan kuman tuberculosis memiliki karakter sebagai berikut:

1. Pasien Positif Tuberculosis merupakan sumber penularan utama kuman tuberculosis.
2. Pasien positif tuberculosis mengeluarkan percikan dahak ketika bersin dan batuk, sehingga melepaskan kuman tuberculosis ke udara.
3. Penularan sering terjadi pada ruangan tertutup yang memungkinkan kuman tuberculosis dapat menetap pada ruangan tersebut pada waktu tertentu. Adany pergerakan udara melalui ventilasi ruang dapat mengurangi resiko penularans ementara paparan sinar matahari secara langsung dapat membunuh kuman tuberculosis.
4. Skala penularan dari pasien positif dipengaruhi oleh jumlah kuman yang keluar dari paru-paru penderita tuberculosis.

5. Kemungkinan tertular kuman tuberkulosis pada seseorang dipengaruhi oleh jumlah percikan dahak yang ada di udara sekitar individu dan jangka waktu individu tersebut menghirup percikan dahak tersebut.

2.2. Biomimicry

Biomimicry melakukan pengembangan ide inspiratif dari lingkungan alam dan melakukan penyesuaian terhadap ide tersebut untuk membuat solusi dari permasalahan perancangan. Aspek ide inspiratif alam tersebut yang membedakan *biomimicry* dengan konsep hijau yang lain. 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)

Konsep dan ide dari alam menerapkan strategi khusus dalam bertahan hidup yang telah melalui berbagai pengujian alami oleh lingkungan yang berlangsung dalam jangka waktu yang lama, sehingga konsep dan ide inspiratif tersebut merupakan hasil adaptasi bertahan hidup yang telah teruji. (*Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*,2016).

Beberapa mekanisme biologis ditiru secara langsung (Cohen,2016). *Biomimicry* memiliki konteks meniru aspek khusus yang berasal dari alam untuk digunakakan sebagai solusi permasalahan yang dihadapi. Aspek *mimicing*/meniru dilakukan agar penyelesaian masalah dalam proses perancangan dapat membandingkan aspek alam (solusi) dan aspek arsitektur (permasalahan) untuk mendapatkan solusi yang sesuai dan tepat..

Menurut Cohen (2016), terdapat 2 jenis pendekatan dalam metode aalogy biomimicry, antara lain:

1. *Biomimetic Design Process Stages—From a Problem to Biology*
Proses dimulai dengan menentukan permasalahan yang akan diselesaikan, kemudian mencari solusi dari konsep organisme yang ada di alam untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.
2. *Biomimetic design process stages—from biology to an application*
Proses dimulai dengan menentukan konsep organisme yang ada di alam, kemudian mencari potensi masalah yang dapat diselesaikan dengan menggunakan konsep tersebut.

Biomimicry dibagi menjadi tiga kategori (level) yaitu organisme, perilaku dan ekosistem (Zari, 2007). Dimensi peniruan/mimiking muncul pada 3 tingkatan (level) tersebut. Sifat biomimetik pada sebuah rancangan bangunan dapat mengambil konsep alam berupa bentuk (*form*), cara kerja (proses) , bagaimana design tersebut dibuat

(konstruksi), bahan (material) atau apa yang bisa dilakukan oleh desain tersebut (fungsi).

3. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam proses perancangan bangunan dibagi menjadi 2 tahapan utama yaitu Tahap penelitian dengan metode kualitatif (*Descriptive model*) dari Nigel Cross, serta tahap perancangan menggunakan metode *biomimetic* yang didukung oleh proses perancangan *analogy* dari Cohen (2016) dengan menggunakan alur pengembangan proses yang dimulai dengan analisa permasalahan menuju aspek biologi.

Metode penelitian dari Nigel Cross difungsikan sebagai komponen analisa permasalahan pada tahap awal perancangan. Permasalahan yang muncul akan mempermudah proses perancangan pada tahap selanjutnya.

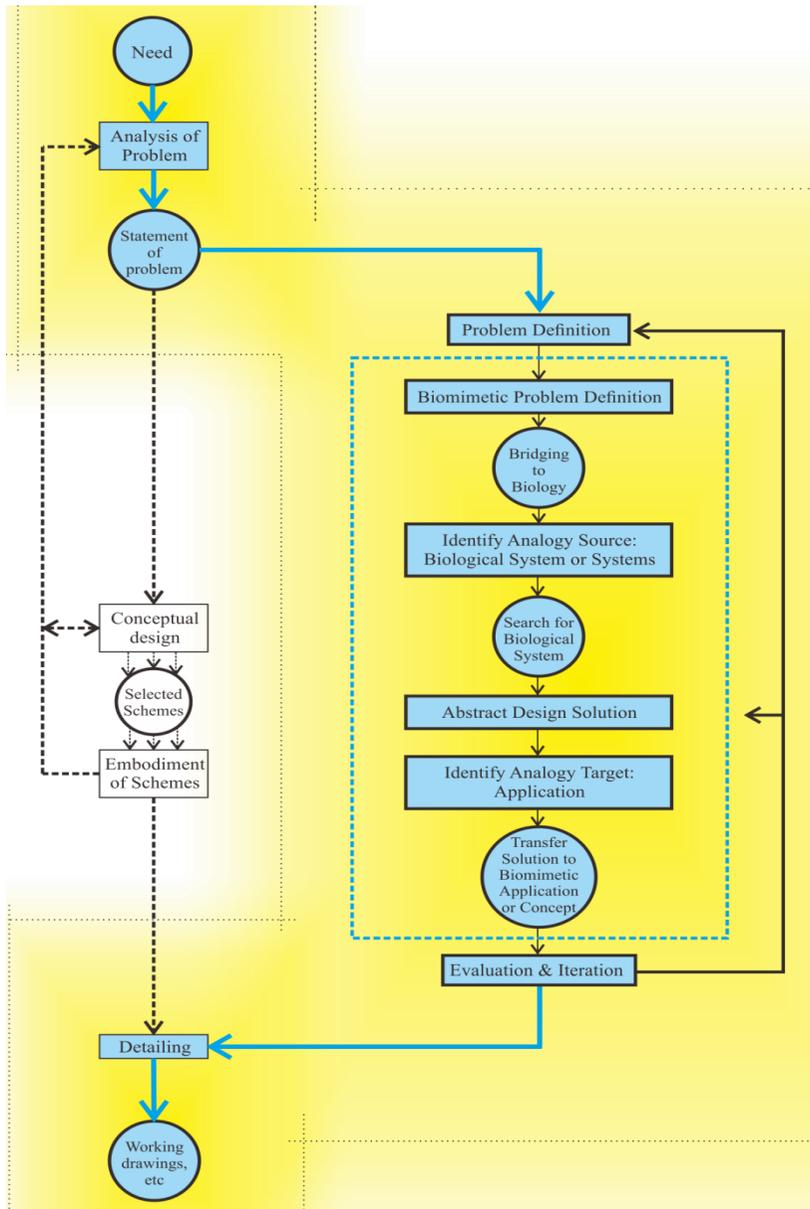
Tahapan penelitian dari French dijabarkan menjadi 5 tahapan utama (Nigel Cross, 1994):

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

Biomimicry dijabarkan sebagai proses *analogical transfer* dari pengetahuan perancangan, antara biologi (*Source*) dan teknologi (target), atau aspek lain dalam teknologi. Desain *biomimetic* yang digunakan dalam proses transfer analogi proses yang dimulai dengan analisa permasalahan yang muncul, kemudian dihubungkan dengan biologi sebagai solusi dari penyelesaian tersebut.

Tahapan yang berlangsung dalam proses perancangan antar lain:

- *Problem definition*
- *Biomimetic problem definition*
- *Identify analogy source*
- *Abstraksi design solution*
- *Transfer solution to biomimetic application or concept*
- *Evaluation & iteration*



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahap Penelitian

Proses analisa permasalahan diawali dengan tahap pengumpulan data. Kegiatan pengumpulan data dilakukan dengan proses wawancara pada petugas medis dan pasien penderita tuberkulosis paru di lingkungan Rumah Sakit Paru Surabaya.

Hasil dari kegiatan wawancara berupa kesimpulan masalah yang timbul dalam rumah sakit tuberkulosis paru. Aspek masalah tersebut antara lain:

- Aspek Suhu: Suhu ruangan berada pada kisaran 20-30 derajat celcius.
- Aspek Pencahayaan Alami: Dapat masuk kedalam bangunan untuk membunuh kuman tuberkulosis dan Pencahayaan alami yang masuk kedalam bangunan dapat dikontrol.

4.2. Tahap Perancangan

Proses perancangan dilakukan dengan mengikuti metode analogi pada konsep biomimicry untuk mencari solusi permasalahan dengan mempertimbangkan aspek-aspek khusus yang berada di alam.

Tabel 2:
Aplikasi konsep tanaman parasit pada permasalahan Aspek Suhu

Tahapan	Respon
Analisa permasalahan	Mengurangi peningkatan suhu bangunan akibat paparan sinar matahari
Analisa permasalahan terkait aspek biologi	Melindungi selubung bangunan dari paparan matahari langsung pada area tertentu
Identifikasi sumber analogi	Konsep tanaman parasit dari ekosistem hutan hujan yang tumbuh pada tumbuhan lain yang lebih besar
Abstraksi solusi biologis	<ul style="list-style-type: none">- Memanfaatkan kebiasaan tanaman parasit yang tumbuh pada media tanaman lain, sehingga menciptakan selubung pelindung pada tanaman obyek media dari tanaman parasit.
Tahapan transfer solusi ke aplikasi	<ul style="list-style-type: none">- Aplikasi area bangunan yang tidak memerlukan paparan matahari- Bagian bangunan yang terpapar matahari langsung antara lain atap dan dinding bangunan- Bagian dinding bangunan dipilih untuk aplikasi konsep tanaman

	parasit.
Evaluasi dan pengulangan proses	- Penentuan media tanam pada dinding bangunan agar tanaman tidak merusak dinding bangunan.

Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 3:
Aplikasi konsep kelopak bunga dan kulit durian pada permasalahan Pencahayaan Alami

Tahapan	Respon	Respon
Analisa permasalahan	Mencegah penyebaran bakteri tuberkulosis di sekitar tapak yang berpotensi menjangkit masyarakat sekitar tapak	Peningkatan suhu pada area jembatan akibat pencahayaan alami dan kebutuhan visibilitas.
Analisa permasalahan terkait aspek biologi	Dibutuhkan aspek perlindungan terhadap kuman tuberkulosis agar tidak tersebar keluar kawasan klinik tuberkulosis	Mencegah peningkatan suhu akibat paparan sinar matahari dengan mempertimbangkan aspek visibilitas ruang.
Identifikasi sumber analogi	Konsep isolasi dari komponen bunga, yaitu kelopak bunga yang melindungi komponen internal bunga dari pengaruh negatif lingkungan.	Konsep bentuk dari kulit luar durian yang memiliki fungsi sebagai pelindung buah durian terhadap lingkungan
Tahapan transfer solusi ke aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> Aspek isolasi pada kelopak bunga merupakan aspek perlindungan terhadap komponen internal bunga. Isolasi bangunan digunakan untuk pembatasan penyebaran udara yang mengandung kuman terhadap lingkungan sekitar. Aliran udara dalam bangunan diarahkan menuju paparan matahari langsung. 	<ul style="list-style-type: none"> Bentukan kulit durian memiliki karakter unik dan dapat diaplikasikan sebagai shading bangunan Bentukan kulit durian juga mendukung visibilitas ruagn sehingga aplikasi bentukan pada area jembatan tidak akan mengganggu kenyamanan visibilitas
Tahapan transfer solusi ke aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> Aplikasi konsep pada massa bangunan Massa bangunan mengitari komponen pusat, sehingga tercipta barrier. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplikasi pada dinding jembatan sebagai shading untuk mengurangi paparan sinar matahari pada

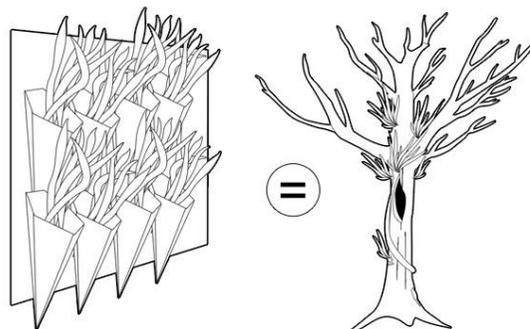
	<ul style="list-style-type: none">• Aspek perlindungan diwujudkan dengan dinding tinggi disekitar bangunan, sehingga udara yang mengandung kuman akan lebih dahulu terpapar oleh sinar matahari sebelum mencapai kawasan luar.	<ul style="list-style-type: none">• permukaan jembatan• Bentuk kulit durian memiliki rongga pada bagian bawah, sehingga dapat mendukung aspek visibilitas area jembatan.
Evaluasi dan pengurangan proses	<ul style="list-style-type: none">• Konsep isolasi akan menahan udara pada kawasan dan berpotensi meningkatkan penularan di kawasan klinik.	

Sumber: Dokumen Pribadi

4.3. Aplikasi Konsep Tanaman Parasit Dalam Bangunan

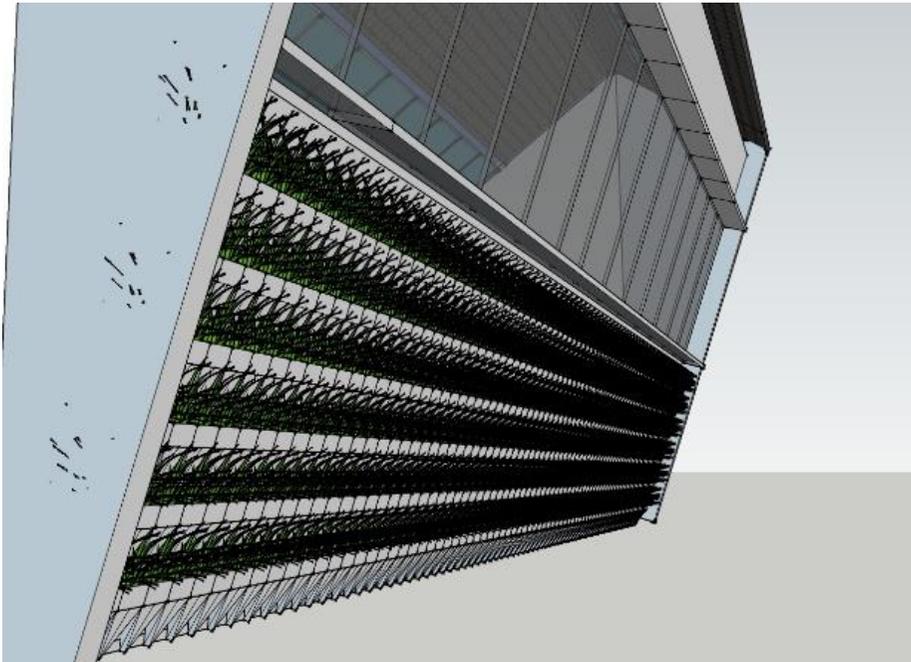
Aplikasi konsep penggunaan tanaman sebagai wujud dari konsep tumbuhan parasit pada dinding bangunan ditempatkan pada dinding bagian barat bangunan sebagai area paparan sinar matahari dengan intensitas tinggi.

Wujud dari konsep tanaman parasit tersebut adalah penggunaan *vertical-garden* pada dinding bangunan dengan intensitas paparan matahari yang tinggi.



Gambar. 1
Analogi transfer konsep dari tanaman parasit pada bangunan

Sumber: Dokumen pribadi

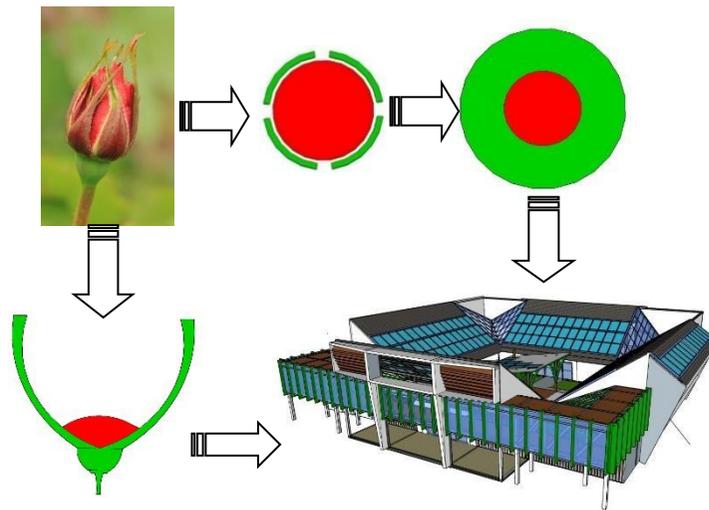


Gambar. 2
Aplikasi konsep tanaman parasit pada dinding bangunan
Sumber: Dokumen pribadi

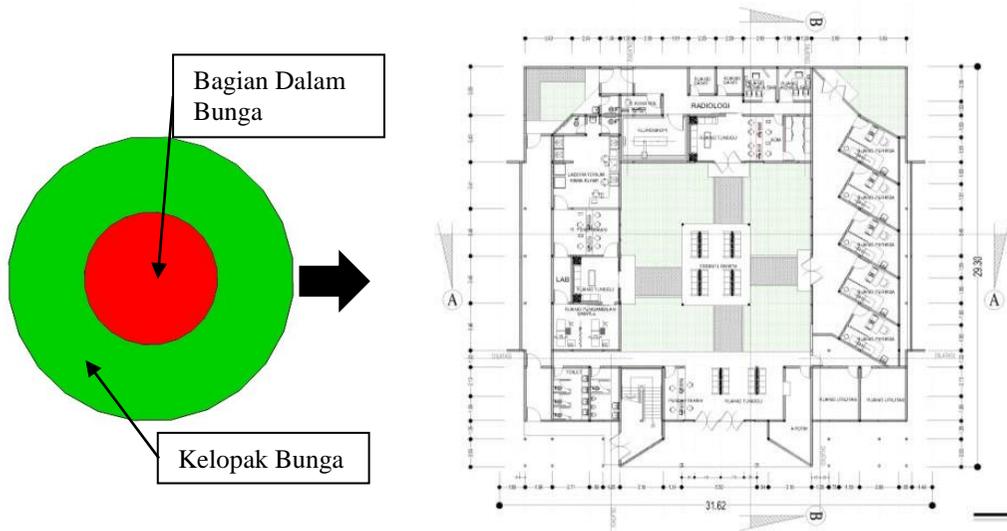
4.4. Aplikasi Konsep Kelopak Bunga Dalam Bangunan

Aplikasi konsep kelopak bunga diwujudkan dalam massa bangunan yang memanfaatkan dinding luar bangunan sebagai *barrier* antara area internal dari klinik dengan area lingkungan sekitar.

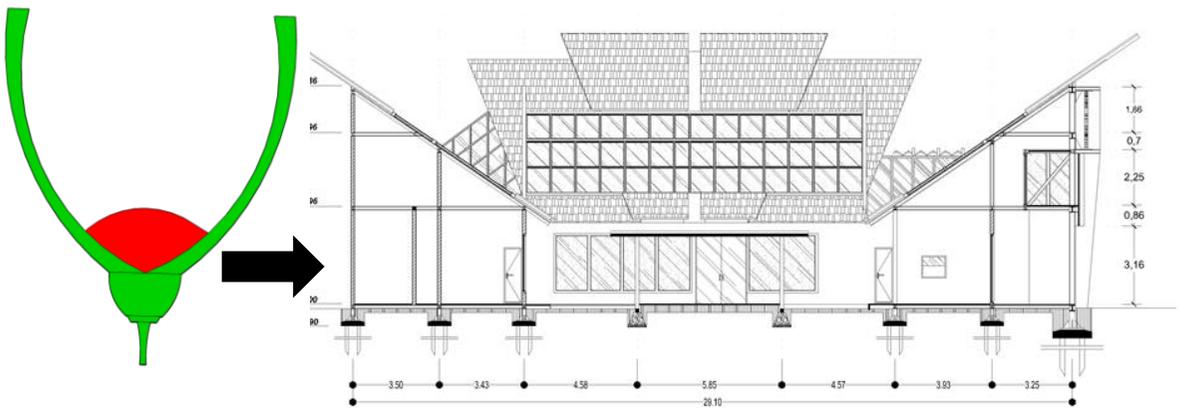
Fungsi barrier tersebut adalah untuk membatasi pergerakan udara yang mengandung kuman di area dalam bangunan, agar tidak bergerak menuju area sekitar.



Gambar. 3
Aplikasi konsep kelopak bunga pada massa bangunan
Sumber: Dokumen pribadi



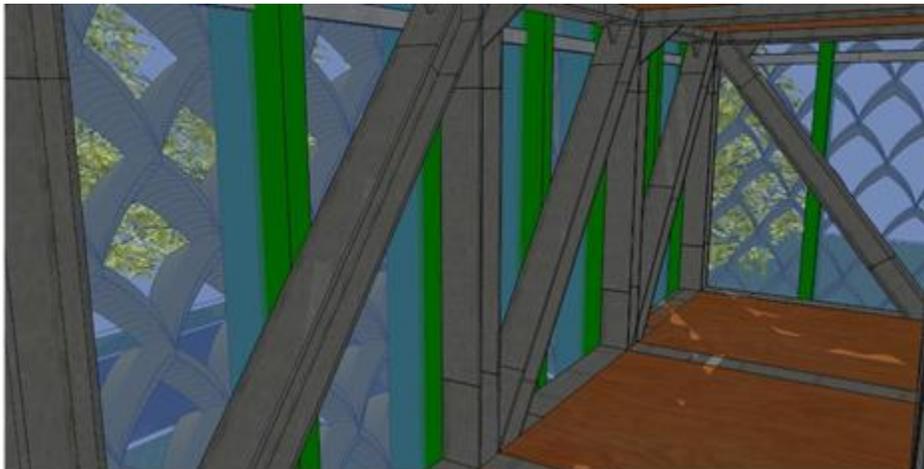
Gambar. 4
Aplikasi konsep kelopak bunga pada denah bangunan
Sumber: Dokumen pribadi



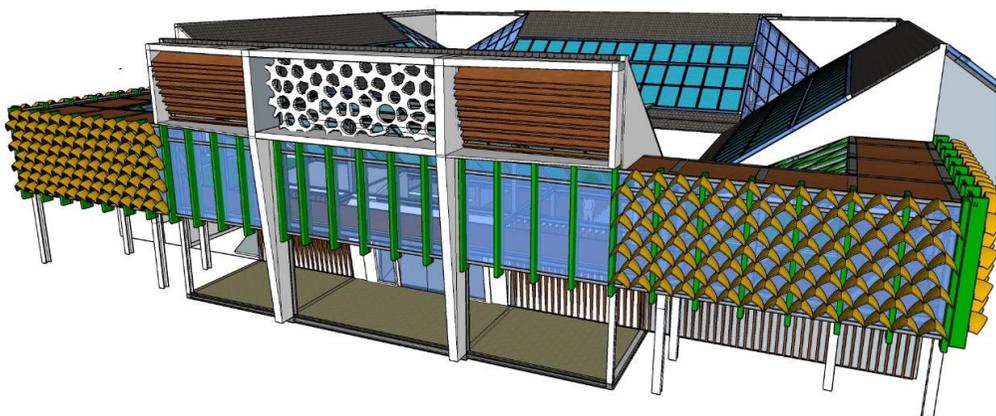
Gambar. 5
Aplikasi konsep kelopak bunga pada potongan bangunan
Sumber: Dokumen pribadi

4.5. Aplikasi Konsep Kulit Durian Pada Bangunan

Penggunaan konsep kulit durian pada bangunan diwujudkan dalam bentuk *Shading* dengan pola kulit durian. Pola tersebut diletakkan pada area depan bangunan yang memerlukan fungsi visibilitas pada bangunan namun tidak diharapkan adanya peningkatan suhu akibat aspek visibilitas tersebut. Pola kulit durian memberikan efek peneduh tanpa mengganggu visibilitas pada area tersebut.



Gambar. 6
Aspek visibilitas pada pola kulit durian pada bangunan
Sumber: Dokumen pribadi



Gambar. 7
Aplikasi pola kulit durian pada bangunan
Sumber: Dokumen pribadi

5. KESIMPULAN

Aplikasi konsep alam pada bangunan melalui metode campuran deskriptif dan analogi mampu memunculkan permasalahan yang timbul dalam bangunan serta mencari solusi dari masalah tersebut.

Penerapan konsep tanaman parasit pada bangunan untuk mengurangi penurunan suhu secara pasif dapat diaplikasikan pada dinding bangunan yang memiliki area paparan sinar matahari yang maksimal, sehingga dapat mengurangi kenaikan suhu secara pasif. Perlu dikembangkan kembali terkait jenis tanaman yang digunakan dalam konsep tersebut, khususnya tanaman yang dapat bertahan terhadap paparan sinar matahari langsung serta memiliki kemudahan dalam segi perawatan.

Aplikasi kelopak bunga pada massa bangunan memberikan efek barrier yang dapat menghambat pergerakan udara dari area dalam bangunan ke area luar bangunan, sehingga dapat mengurangi penyebaran virus tuberculosis pada masyarakat sekitar bangunan.

Aplikasi pola kulit durian pada bangunan dapat memberikan aspek visibilitas dan aspek peneduh pada area depan bangunan. Pola kulit durian saling menyatu satu dengan yang lain sehingga dapat mendukung kekuatan shading tersebut ketika di pasang pada bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y. (1994), *Tuberculosis 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.
- Cross, N, (1994), *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, John Wiley&Sons, Ltd., New Jersey.
- Curry International Tuberculosis Center, (2011), *Tuberculosis Infection Control: A Practical Manual for Prefenting TB*, Curry International Tuberculosis Center, San Francisco.
- Depkes RI. (2002), *Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberculosis*, Departemen kesehatan, Jakarta.
- Gultom ZA., Yahya K., (2012), *Pemetaan Penyakit Tuberculosis Di Kota Surabaya tahun 2012, Analisa Statistik Multivariat*, Jurusan Statistika, ITS, Surabaya.
- Menteri kesehatan, R.I., (2014), *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 9 tahun 2014 Tentang Klinik*, Departemen Kesehatan, Jakarta.
- 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, Aukland.