

PENERAPAN KONSEP ARSITEKTUR BIOMIMIKRI PADA PERANCANGAN JATINATURE GATE APARTMENT DI JATINANGOR, KABUPATEN SUMEDANG

Ilham Dwi Permana Putra¹ Dr. Juarni Anita, S.T., M.Eng.²

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Institut Teknologi Nasional Bandung

E-mail: ilhamdwipp@mhs.itenas.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan angka populasi penduduk mengakibatkan kebutuhan lahan menjadi meningkat dan berakibat pada kerusakan alam. Pertumbuhan industri dan transportasi pun turut memberikan efek buruk terhadap alam karena produksi bahan bakar fosil yang meningkat berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk juga yang terus meningkat. Akibatnya yaitu pengeluaran emisi atau gas buang CO² berbahaya yang mencapai 80% dari total gas emisi pembakaran. Inilah yang menjadi faktor utama meningkatnya emisi gas ke atmosfer dan rusaknya fungsi hutan sebagai paru-paru bumi. Salah satu upaya untuk mengatasi kerusakan alam yaitu perancangan bangunan yang menerapkan pendekatan kearah ekologi ramah lingkungan dalam setiap kegiatan manusia. Oleh Karena itu, para perancang diharapkan dapat menekankan pada keselarasan dan keseimbangan rancangan dengan pemahaman terhadap alam, tema arsitektur biomimikri dapat menjadi solusi untuk itu.

Arsitektur Biomimikri digunakan karena pada prinsipnya dapat meniru konsep lingkungan hidup dan organisme yang terbentuk dari lingkungan dan habitat lingkungan sekitarnya yang mampu menjadi solusi isu yang diangkat pada penelitian ini. Perancangan ini menggunakan pendekatan dari tingkah laku ekosistem alam yaitu rayap yang menginisiasikan sistem penghawaan alami. Selain itu, aspek dari konsep biomimikri arsitektur yang akan diterapkan pada perancangan ini adalah sistem pembersihan sendiri. Alhasil bentuk yang dihasilkan pada perancangan yaitu adanya pengolahan udara di koridor tiap lantai dengan filterisasi tumbuhan pada bagian bukaan. Selain itu lapisan beton titanium dioksida diterapkan di dinding bagian luar bangunan sebagai upaya menekan biaya perawatan rutin pada bagian fasad bangunan.

Kata Kunci: Arsitektur Biomimikri, Pembersihan Sendiri, Penghawaan Alami, Pertumbuhan Penduduk, Ramah Lingkungan.

Abstract

Population growth has resulted in the need for land to increase and result in natural damage. The growth of industry and transportation also has an adverse effect on nature because the increasing production of fossil fuels is directly proportional to population growth which also continues to increase. The result is the emission of harmful CO² emissions that reach 80% of the total combustion gas emissions. This is the main factor in increasing gas emissions into the atmosphere and the destruction of the function of forests as the lungs of the earth. One of the efforts to overcome natural damage is the design of buildings that apply an approach towards eco-friendly ecology in every human activity. Therefore, the designers are expected to emphasize the harmony and balance of design with an understanding of nature, the architectural theme of biomimicry can be a solution for that.

Biomimicry architecture is used because in principle it can imitate the concept of the environment and organisms that are formed from the environment and the habitat of the surrounding environment which can be a solution to the issues raised in this research. This design uses an approach from the behavior of natural ecosystems, namely termites that initiate a natural ventilation system. In addition, the aspect of the architectural biomimicry concept that will be applied in this design is the self-cleaning system. As a result, the resulting form in the design is air treatment in the corridors of each floor with plant filtering in the openings. In addition, a layer of titanium dioxide concrete is applied to the outer wall of the building as an effort to reduce the cost of routine maintenance on the facade of the building.

Keywords: Boimimicry Architecture, Friendly Environment, Natural Air Cnditioning, Population Growth, Self Cleaning.

1. Pendahuluan

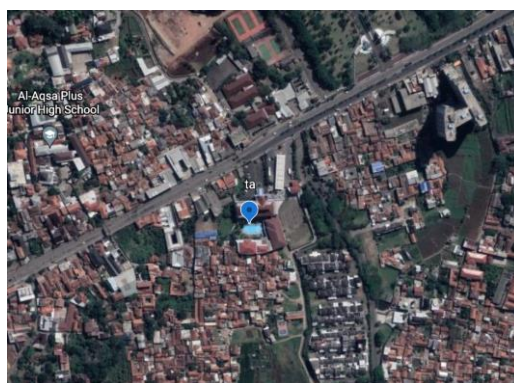
Pertumbuhan angka populasi penduduk mengakibatkan kebutuhan lahan menjadi meningkat dan berakibat pada kerusakan alam dan hutan. Pertumbuhan industri dan transportasi pun turut memberikan efek buruk terhadap alam karena produksi bahan bakar fosil yang meningkat berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk juga yang terus meningkat. Akibatnya yaitu pengeluaran emisi atau gas buang CO² berbahaya yang mencapai 80% dari total gas emisi pembakaran. Inilah yang menjadi faktor utama meningkatnya emisi gas ke atmosfer dan rusaknya fungsi hutan sebagai paru-paru bumi. Meningkatnya konsentrasi CO² mengakibatkan penebalan lapisan atmosfer, sehingga panas matahari terperangkap dan mengganggu pelepasan panas bumi keluar atmosfer. Kondisi ini berakibat pada turunnya hujan asam yang membahayakan kelangsungan makhluk hidup [1]. Dikarenakan isu ini lah yang menjadi pembangunan apartemen sebagai salah satu penyelesaian.

Selain itu juga di kawasan Jatiningor ini merupakan kawasan yang terdapat banyak perguruan tinggi yang tentunya kebutuhan akan tempat tinggal meningkat. Maka inilah yang akan dijadikan target utama pemasaran dari apartemen ini, oleh karena itu persentase unit yang *affordable* untuk mahasiswa dan masyarakat rantau [2]. Penelitian ini juga mengambil dari studi banding yang menyimpulkan bahwa target utama apartemen sekitar site pada **Gambar 1** adalah mahasiswa dengan menggunakan sistem sewa, baik perbulan maupun pertahun dengan biaya yang tidak jauh dari biaya kost namun dengan fasilitas memadai [3].

Tujuan umum dari perancangan bangunan komersil apartemen di Jatiningor ini yaitu membangun tempat hunian yang bisa menopang kebutuhan orang-orang bertempat di apartemen ini dengan biaya hidup yang bisa lebih minim dibandingkan dengan bangunan sekitar dengan fungsi yang sama [4].

Dikarenakan pemanasan global yang terjadi akhir-akhir ini, maka harus ada upaya untuk melestarikan dan menjaga keberlangsungan sumber daya alam. Upaya pendekatan kearah ekologi yang ramah lingkungan dalam setiap kegiatan manusia merupakan salah satu cara untuk mengatasi kerusakan alam, termasuk dalam rancangan bangunan (Arsitektur). Diharapkan para perancang berpihak pada keselarasan dan keseimbangan rancangan dengan pemahaman terhadap alam tema arsitektur biomimikri bisa menjadi solusi untuk itu [5].

Fungsi Apartemen Menurut Joseph De Chiara dalam buku "*Time Saver Standar for Building Type*" dimana fungsi apartemen adalah sebagai pemukiman vertikal dengan kegiatan yang relatif sama dengan permukiman pada umumnya. Penekanannya adalah pada aktifitas rutin seperti tidur, makan, menerima tamu, interaksi sosial, melakukan hobi, bekerja, dan lain-lain [6].



Gambar 1. Lokasi Tapak

Sumber : <https://earth.google.com/web/kotabaruparahyangan>
diakses pada tanggal 18 Oktober 2021

2. Metode dan /Proses Kreatif

2.1. Definisi Proyek

Apartemen adalah suatu ruang atau rangkaian ruang yang dilengkapi dengan fasilitas serta perlengkapan rumah tangga dan digunakan sebagai tempat tinggal [9]. Dapat disimpulkan bahwa definisi apartemen adalah sebuah bangunan bertingkat yang terdiri dari beberapa unit tempat tinggal. Jatinature Gate Apartment dijadikan nama proyek agar mendeskripsikan lokasi, konsep yang diusung, dan identitas proyek. Proyek ini berlokasi di Jl. Raya Jatinangor Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Luas lahan dari proyek ini 1,12 hektar yang bersifat fiktif.

2.2. Lokasi Proyek

Daerah Jatinangor sebagai daerah yang termasuk tempat kampus-kampus besar seperti UNWIM, UNPAD, ITB, IKOPIN, IPDN, Al-Masoem University, dan lainnya, maka dari itu dibutuhkan bangunan hunian yang dapat menunjang atau mawadahi kebutuhan tersebut. Bangunan tersebut dapat berupa bangunan komersil apartemen yang dapat didirikan di daerah Jatinangor.



Gambar 2. Lokasi Proyek Perancangan Jatinature Gate Apartment

Berikut adalah regulasi pada tapak berdasarkan peraturan daerah setempat.

- | | |
|--|---|
| a. Koefisien Dasar Bangunan (KDB) | : 55 % x 11202 m ² = 6161,1 m ² |
| b. Koefisien Luas Bangunan KLB) | : 3 x 11202 m ² = 33606 m ² |
| c. Garis Sepadan Bangunan (GSB) Arteri | : 15 Meter |
| d. Garis Sepadan Bangunan (GSB) Lingkungan | : 2 Meter |
| e. Plaza | : 10 m dari Jalan Primer (GSB Arteri) |
| f. Koefisien Daerah Hijau (KDH) minimum | : 40% |
| g. Jumlah lantai | : 33606 : 6161.1 = 5.45 lantai |



Gambar 3. Lokasi Tapak Perancangan Jatinature Gate Apartment

Keterangan :

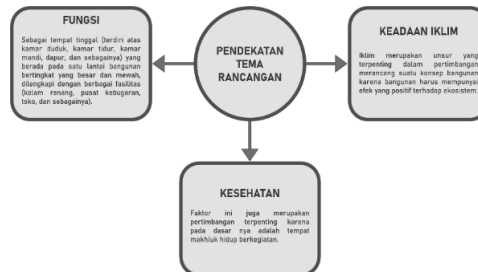
1. Site
2. Perum. Janati Park
3. Perum. Cibeusi
4. Perum. Pondok Permahan
5. Pinewood Apartment
6. Easton Park Jatinangor
7. Wisma Tri Arga
8. Apotek Kimia Farma
9. Pondok LNR
10. Yokotel Hotel
11. SPBU Pertamina
12. Toko Besi
13. RM Toko Tahu H. Ateng
14. Lapis Sumedang

Batas-batas Site :

- | | |
|---------|-----------------------------------|
| Utara | : IPDN & Bangunan Komersil |
| Timur | : Perumahan Pondok Permahan |
| Selatan | : Perumahan Janati Park & Cibeusi |
| Barat | : Pertokoan |

2.3. Definisi Tema

Biomimicry Architecture atau Biomimikri Arsitektur, secara etimologi dibagi menjadi dua kata yaitu kata Arsitektur dan juga Biomimikri yang terbagi atas Bio dan mimikri. Arsitektur yang berarti sebagai seni dan ilmu dalam merencanakan dan mendesain bangunan, serta Bio yang berarti hidup atau organisme dan mimikri yang berarti meniru atau penyesuaian.



Gambar 4. Pendekatan Tema Perancangan

Arsitektur yang berarti ilmu dan seni dalam merancang bangunan, serta Bio yang berarti hidup, dan mimikri yang artinya meniru [2]. Berdasarkan etimologi kata di atas, Arsitektur Biomimesis atau Arsitektur Biomimikri dapat didefinisikan sebagai ilmu dan seni merancang bangunan dengan meniru aspek-aspek organisme atau makhluk hidup. Aspek atau gagasan yang ditiru ini kemudian dimanfaatkan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi saat merancang bangunan.

2.4. Elaborasi Tema

Tema yang diterapkan pada bangunan *Jatinature Gate Apartment* seperti elaborasi tema pada Tabel 1 adalah Arsitektur Biomimikri. Salah dua penerapannya yaitu dengan diterapkannya konsep *Natural Conditioning* dan *Self Cleaning*.

Tabel 1. Elaborasi Tema

	APARTEMEN	ARSITEKTUR BIOMIMIKRI	LOW MAINTENANCE
MEAN	Apartemen adalah suatu ruang atau rangkaian ruang yang dilengkapi dengan fasilitas serta perlengkapan rumah tangga dan digunakan sebagai tempat tinggal.	Arsitektur Biomimesis atau Arsitektur Biomimikri dapat didefinisikan sebagai ilmu dan seni merancang bangunan dengan meniru aspek-aspek organisme atau makhluk hidup.	Low maintenance atau perawatan minimum dalam cakupan arsitektur adalah istilah untuk meminimalisir biaya perawatan pada suatu bangunan yang dapat direncanakan sebelum dibangunnya suatu bangunan dengan pertimbangan ilmu dan studi yang mendalam.
PROBLEM	Merancang bangunan yang aman, nyaman, dan juga sehat untuk penghuni apartemen.	Optimalisasi dalam penerapan desain perancangan ke pembangunan cukup rumit.	Kondisi pandemi covid-19 sehingga diberlakukannya era new normal.
FACT	Belum adanya Apartemen dengan konsep berdasar pada lingkungan yaitu Arsitektur Biomimikri di sekitar kawasan Jatinangor yang mampu mawadahi keinginan mahasiswa untuk lingkungan yang lebih sehat dan asri.	Biomimikri adalah suatu ilmu yang sudah dicontohkan oleh Tuhan melalui alam sejak dari dulu, dimana hubungan antara lingkungan, alam dan manusia sangat dekat dan saling berkaitan demi menciptakan kehidupan yang selaras.	Hasil karakterisasi dan pengujian menunjukkan bahwa nano-TiO ₂ dapat meningkatkan kemampuan material geopolimer sebagai material self-cleaning, dan tentunya self cleaning juga termasuk ke dalam faktor low maintenance nya suatu bangunan.
NEEDS	Shopping Mall yang dapat memenuhi kebutuhan penggunaannya mulai dari kebutuhan ruang, barang, jasa serta fasilitas.	Merencanakan bangunan yang sustainable baik dari segi pembangunan area site serta sistem yang nantinya akan digunakan.	Meminimalisir biaya maintenance melalui penerapan konsep konsep dan bentuk bangunan yang memanfaatkan lingkungan menjadi unsur utama bangunan.
GOALS	Merancang Apartemen yang menarik minat calon penghuni khususnya mahasiswa, memenuhi kebutuhan penghuni, memberikan keuntungan untuk berbagai pihak, serta kenyamanan, keamanan dan kesehatan pengguna.	Keselarasn antara bangunan dan area site, sirkulasi yang efektif, serta terciptanya bangunan yang ramah terhadap lingkungan serta memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi masa depan.	Bangunan dapat menjadi bangunan yang hemat secara biaya untuk maintenance fee-nya dan biaya sewa dapat menyesuaikan dengan pasar utama tanpa harus mengurangi fasilitas apapun
APARTEMEN DENGAN PENERAPAN KONSEP ARSITEKTUR BIOMIMIKRI Rancangan Apartemen yang berfungsi sebagai tempat hunian, berkumpul dan bersosialisasi ditunjang dengan fasilitas-fasilitas pendukung yang mana terdapat penerapan Arsitektur Biomimikri guna mencapai konsep berdasar pada lingkungan, serta memiliki tujuan agar penggunaanya kelak dapat merasakan healthy living dalam bangunan tanpa lupa untuk menerapkan protocol kesehatan dalam kondisi pandemi covid-19, berikut juga untuk pemilik apartemen yang juga dapat memangkas biaya dari penerapan low maintenance			

3. Diskusi/Proses Desain

3.1 Konsep Tapak

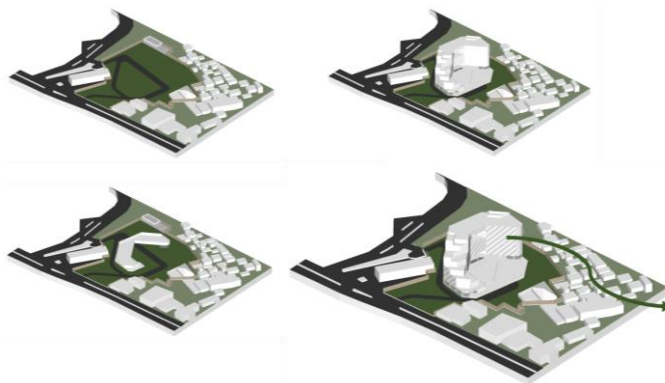
Site berada di Jalan primer Jatinangor bersebrangan langsung dengan Kampus IPDN yang menyebabkan hal tersebut menjadi peluang pasar bagi apartemen ini. Dibagian depan lahan ditempatkan untuk akses entrance dan exit bangunan juga plaza yang langsung menghadap ke jalan utama. Konsep bentuk dari plaza itu sendiri adalah berkumpul dan memusat agar pengguna maupun pendatang diarahkan langsung kepada main lobby apartemen. Jika dilihat dari gambar 5, zoning pada site terbagi menjadi dua yaitu area depan yang difungsikan sebagai area yang lebih publik dan area belakang yang difungsikan sebagai area yang lebih privat bagi pengguna apartemen. Terdapat juga akses kebakaran yang dapat diakses dari jalan samping kanan yaitu jl. Raya Cirebon agar akses tidak terganggu dengan akses umum.



Gambar 5. Blok Massa Jatature Gate Apartement

3.2 Gubahan Massa

Bentuk awal bangunan merupakan metafora dari symbol yin&yang yg menggambarkan keseimbangan dalam hal ini antara alam dan manusia. Dengan alasan menyikapi terhadap bentuk site, serta pertimbangan view utama yang mengarah ke barat sebagai jalan utama dari Bandung Timur menuju Jatinangor. Bangunan di substraktif kembali dengan bentuk seperti terasering sawah yang mengadaptasi lingkungan sekitar, serta sebagai penghijauan dengan ditempatkan nya sky garden yang ada untuk setiap unit. Lantai tower cenderung tipikal dengan lantai 1 sebagai pilotis lantai.



Gambar 6. Transformasi Bentuk

3.3 Gubahan Massa

Penzonningan pada site bertujuan untuk membagi daerah lahan sekaligus bertujuan sebagai pembentuk aktifitas pengguna. Penempatan massa bangunan adalah sebagai solusi dari penyikapan bangunan terhadap site, bangunan didesain dengan bentuk massa bangunan yang terkesan melindungi sebagai pencerminan dari fungsi bangunan yang menjaga privasi kegiatan pengguna apartemen dari pandangan luar. Tataan lahan pada Gambar 6 memiliki 22 legenda diantaranya:

- | | |
|---|---|
| 1. Main Entrance Site Main Entrance Site | 12. Jogging Track Jogging Track |
| 2. Main Exit Site Main Exit Site | 13. Kolam Renang Dewasa Kolam Renang Dewasa |
| 3. Plaza Plaza | 14. Kolam Renang Anak-Anak Kolam Renang Anak-Anak |
| 4. Drop Off Drop Off | 15. Area Sumur Resapan Area Sumur Resapan |
| 5. Sky Garden Sky Garden | 16. Ruang Genset Ruang Genset |
| 6. Apartemen Apartemen | 17. Tempat Pembuangan Sementara |
| 7. Ruang Komunal Ruang Komunal | 18. Children Playground Children Playground |
| 8. Parkir Luar Bangunan Parkir Luar Bangunan | 19. In & Out Kebakaran/Service In & Out Kebakaran/Service |
| 9. Lapang Tennis Lapang Tennis | 20. Area Makan Terbuka Area Makan Terbuka |
| 10. Lapang Basket 3 On 3 Lapang Basket 3 On 3 | 21. Out Basement Out Basement |
| 11. Area Berkumpul Olahraga Area Berkumpul Olahraga | 22. In Basementin Basement |



Gambar 6. Block Plan Jatinature Gate Apartement

3.4 Rancangan Fasad

Fasad depan bangunan pada Gambar 7 cenderung menghadap ke utara yang mengarah langsung ke jalan utama yaitu Jl. Jatinangor Raya. Konsep fasad depan bangunan ini adalah bentuk terasering yang semakin atas lantai maka semakin mundur bangunan. Pada bagian teraseringnya juga ditanami penghijauan yang selain berfungsi sebagai garden, tapi juga sebagai *natural conditioning* yang masuk ke koridor setiap lantainya.



Gambar 7. Tampak Site A Jatinature Gate Apartement

Pada fasad bagian kiri bangunan yang dapat dilihat pada Gambar 8 memiliki bentuk layaknya apartemen pada umumnya namun dibedakan dengan adanya blumbak dan pohon disetiap balkon unit apartemennya dan orientasi balkon yang tidak tipikal dan membuat fasad menjadi tidak monoton.



Gambar 8. Tampak Site B Jatature Gate Apartement

Pada fasad bagian belakang bangunan yang dapat dilihat pada Gambar 9 memiliki bentuk setengah lingkaran dikarenakan untuk menghindari efek lipatan angin (Hukum Bernaulli) yang disebabkan dari bagian selatan site karena memiliki potensi kecepatan angin yang kuat. Namun hal ini juga dapat dijadikan potensi terhadap bangunan yang pada akhirnya ditempatkan intake udara namun dengan buffer dari tumbuhan yang ditempatkan disetiap lantainya.



Gambar 9. Tampak Site C Jatature Gate Apartement

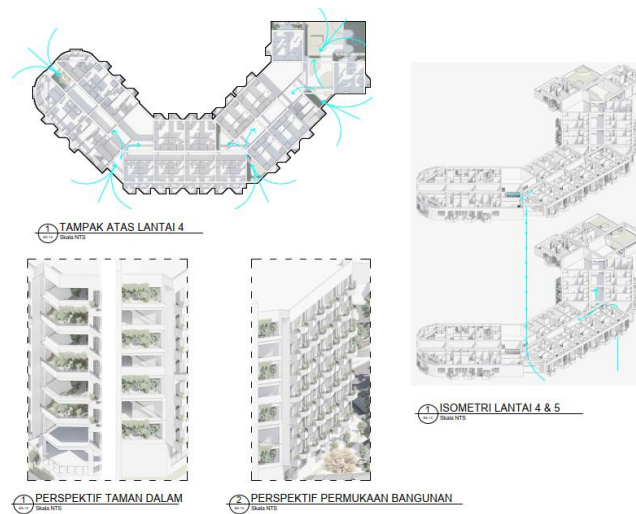
Pada fasad bagian kanan bangunan yang dapat dilihat pada Gambar 8 sama seperti tampak kiri bangunan yang memiliki bentuk layaknya apartemen pada umumnya namun dibedakan dengan adanya blumbak dan pohon disetiap balkon unit apartemennya dan orientasi balkon yang tidak tipikal dan membuat fasad menjadi tidak monoton.



Gambar 10. Tampak Site D Jatature Gate Apartement

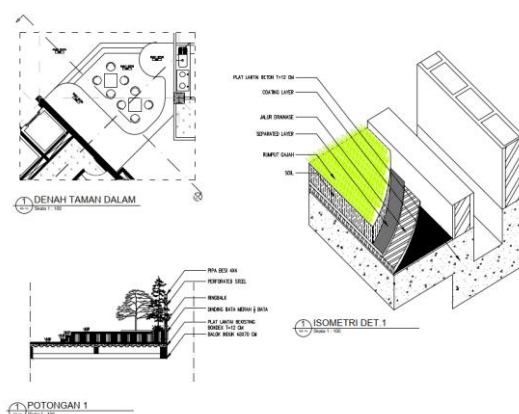
3.5 Rancangan Khusus Terkait Tema

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 11 bahwa salah satu dari dua penerapan konsep low maintenance dari tema Biomimikri Arsitektur yaitu *natural conditioning* dengan cara mengatur dan mengolah bentuk agar udara bisa masuk ke koridor bangunan yang membuat koridor setiap lantainya tidak perlu memakai AC dan dapat mengurangi biaya operasional apartemen dan membuat lingkungan apartemen menjadi sehat karena udara alami yang masuk tersebut. Selain itu bentuk permukaan bangunan yang terkesan bergerigi karena terdapat balkon masif juga memprotect udara dalam bangunan dari suhu panas matahari. Prinsip *natural conditioning* ini terinspirasi dari sarang rayap yang dapat membuat sarangnya memiliki suhu yang menyesuaikan dengan kondisi yang baik untuk rayap tersebut.



Gambar 11. Detail Natural Conditioning pada Jatature Gate Apartement

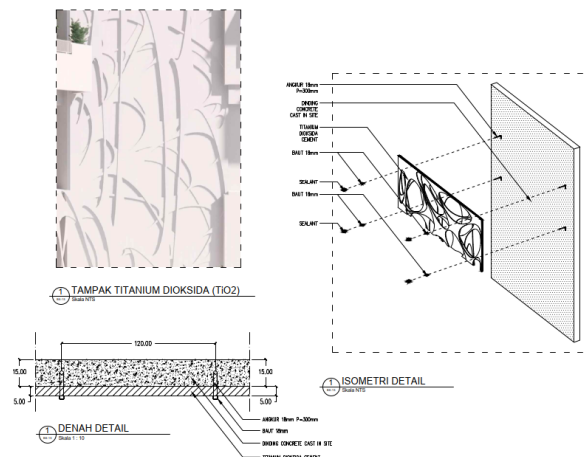
Buffer dari tumbuhan disetiap intake udaranya juga turut mendukung penghawaan udara alami ini. Selain sebagai buffer, area intake udara juga difungsikan sebagai area-area komunal untuk pengguna apartemen berupa working space dan area istirahat.



Gambar 11. Detail Taman Dalam pada Jatature Gate Apartement

Selain *natural conditioning*, penerapan konsep low maintenance dengan tema biomimikri arsitektur pada bangunan ini juga menerapkan prinsip self-cleaning. Penerapan Self-Cleaning ini dengan cara menggunakan material Titanium Dioksida (TiO_2) yang dicampurkan dengan semen dan yang akhirnya berupa beton yang dapat “membersihkan sendiri”. Maksud dari kata “membersihkan sendiri” disini adalah beton TiO_2 dapat menarik partikel debu dan polutan yang ada di udara lalu jika terkena hujan maka beton TiO_2 dapat melepaskan debu dan polutan tersebut dengan mudahnya. Prinsip ini menurut tingkah laku daun keladi yang dapat melepas air dengan mudah dari permukaan kulitnya.

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan material oksida yang memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki sifat optik yang baik, aktivitas fotokatalis yang baik, superhidrofilik, ramah lingkungan serta stabilitas mekanik tinggi. Ketika TiO_2 diiluminasi dengan sinar UV yang bersumber dari lampu ataupun sinar matahari, TiO_2 memiliki kemampuan sebagai superhidrofilik dan oksidasi reduksi yang kuat melalui proses fotokatalitik [2]. TiO_2 yang dapat terlibat dalam sintesis anorganik adalah TiO_2 dengan fase anatase, rutile, dan brookite dengan fase anatase yang menunjukkan aktivitas fotokatalis yang lebih tinggi.



Gambar 12. Detail Titanium Dioksida (TiO_2) pada Jatinature Gate Apartement

4. Kesimpulan

Jatinature Gate Apartment merupakan bangunan komersil berupa hunian vertikal yang menggunakan konsep Arsitektur Biomimikri dengan tujuan hemat pemeliharaan dengan penerapan *penghawaan alami* dan pembersihan alami. Digunakannya konsep tersebut maka biaya yang dapat dipangkas adalah biaya pemakaian AC dapat sangat berkurang dan biaya maintenance untuk pembersihan permukaan bangunan dapat diperlama jangka waktu pelaksanaannya. Bangunan ini juga diharapkan dapat mengakomodasi kebutuhan masyarakat Jatinangor khususnya mahasiswa yang pada penelitian ini dijadikan pasar utama untuk bangunan ini. Dengan penggunaan konsep arsitektur biomimikri pada bangunan apartemen juga merupakan terobosan baru di kawasan Jatinangor yang diharapkan bisa menjadi influence bagi daerah sekitarnya agar mrancang bangunan berdasarkan pada alam, dan tentunya juga tidak merusak alam dan ekosistemnya. Diharapkan untuk kedepannya bisa menjadi inspirasi bagi mahasiswa tingkat selanjutnya untuk mengembangkan dan mendalami penelitian yang sudah dibuat ini.

5. Daftar Referensi

- [1] Akifah. Nur; “Pengaruh Penambahan Nano-Tio2 Terhadap Sifat Mekanik Dan Karakteristik Mikro Komposit Geopolimer Sebagai Material Self-Cleaning” di 2017; diakses melalui: <https://ojs.unm.ac.id/> [Diakses pada 8 Oktober 2021]
- [2] Safina Fatima; “Implementasi Pendekatan Arsitektur Biomimikri Melalui Penggunaan *Self-Cleaning Concrete* Pada Perancangan *Marine Research Centre Dan Oceanarium*”; di 2019; diakses melalui <https://trisakti.ac.id/> [Diakses pada 10 Oktober 2021]
- [3] Nur Fadila Insani; “Desain Layout Water Lily Park Menggunakan Konsep Arsitektur Biomimikri”; 2020; diakses melaui <https://uinsuska.ac.id/> [Diakses pada 11 Oktober 2021]
- [4] “Rancangan Gedung Ini Meniru Cara Kerja Rayap” [Online]. Available: <https://properti.kompas.com/read/2018/10/07/130000521/?page=all>. [Diakses pada 13 Oktober 2021]

- [5] "Biomimikri Dalam geometri arsitektur kebebasan yang teratur" [Online].
<https://geometryarchitecture.wordpress.com/2016/03/27/>. [Diakses pada 13 Oktober 2021]
- [6] "What Termites Can Teach Engineers" [Online]. Available:
<https://www.asme.org/topics-resources/content/what-termites-can-teach-engineers>. [Diakses pada 13 Oktober 2021]
- [7] "Okupansi Hotel di Jabar Masih Rendah " [Online].
Available: <https://jabarprov.go.id/index.php/news/42254/2021/05/05/Okupansi-Hotel-di-Jabar-Masih-Rendah>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [8] "Statistik Kependudukan Kota Bandung" [Online].
Available: <https://bandungkota.bps.go.id/brs.html>.
[Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [9] "Tingkat Penghunian Kamar-Kamar Hotel Bintang Tahun 2021" [Online].
Available: <https://kemenparekraf.go.id/statistik-akomodasi/Tingkat-Penghunian-Kamar-Hotel-Bintang-Tahun-2021>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [10] "Landmark Residence" [Online]. Available: http://landmarkresidence.co.id/?page_id=9&lang=id
https://issuu.com/barkahmde/docs/laporan_ta_barkah_mde. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [11] "Cuaca Rata-Rata Sumedang, Indonesia Sepanjang Tahun" [Online]. Available:
<https://id.weatherspark.com/y/118108/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Sumedang-Indonesia-Sepanjang-Tahun#Sections-Clouds>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [12] "Sumedang's September Weathers" [Online]. Available:
<https://www.accuweather.com/id/id/sumedang/202746/september-weather/202746?year=2021>.
[Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [13] "Perkiraan Cuaca Kota Sumedang" [Online]. Available:
<https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraancuaca.bmkg?Kota=Sumedang&AreaID=501235&Prov=10>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [14] "Pembangunan Apartemen La Grande Dijamin Tak Bikin Macet" [Online]. Available:
<https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-1965539/pembangunan-apartemen-la-grande-dijamin-tak-bikin-macet>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [15] "Case Studi Galeri Ciumbuleuit Apartement" [Online]. Available:
<https://indomegah.com/case-study-galeri-ciumbuleuit-apartment/>. [Diakses tanggal: 14 Oktober 2021]
- [16] "Harga Pasar Apartement Pinewood Jatinangor Sumedang" [Online]. Available:
<https://mamikos.com/apartemen/sumedang/apartemen-pinewood>. [Diakses tanggal: 15 Oktober 2021]
- [17] "Unit Yang Dipasarkan Apartemen Pinewood" [Online]. Available:
<http://apartemen-pinewood.blogspot.com/p/unit-yang-dipasarkan.html>. [Diakses tanggal: 15 Oktober 2021]