LAPORAN PERANCANGAN TUGAS AKHIR

AN-NAHL
SCIENCE TECHNO PARK KEDIRI

PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

2025

RIZQI MAULANA - 210606110006

DOSEN PEMBIMBING 1 :
Dr. AULIA FIKRIARINI MUCHLIS, M.T
DOSEN PEMBIMBING 2 :
M. IMAM FAQIHUDDIN, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Arsitektur (S.Ars.) di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Oleh: Rizqi Maulana
210606110006

Judul Tugas Akhir : *AN-NAHL SCIENCE TECHNO PARK KEDIRI*
Tanggal Ujian : Kamis, 12 Juni 2025

Disetujui oleh:

Ketua Penguji

Elok Mutiara, M.T.
NIP. 19760528 200604 2 003

Anggota Penguji 1

Aisyah, M.Ars.
NIP. 19940103 202012 2 003

Anggota Penguji 2

Dr. Aulia Fikriarini M., M.T.
NIP. 19760416 200604 2 001

Anggota Penguji 3

M. Imam Faqihuddin, M.T.
NIP. 19910121 202203 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Arsitektur

Dr. Munik Junara, M.T.
NIP. 19710426 200501 2 005

*disesuaikan dengan tahapan yang dikerjakan

LEMBAR KELAYAKAN CETAK

Laporan Tugas Akhir yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Rizqi Maulana
NIM : 210606110006
Judul Tugas Akhir : AN-NAHL SCIENCE TECHNO PARK KEDIRI

telah direvisi sesuai dengan catatan revisi sidang tugas akhir dari dewan penguji dan dinyatakan **LAYAK CETAK.** Demikian pernyataan layak cetak ini disusun untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Disetujui oleh:

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Aulia Fikriarini M., M.T.	M. Imam Faqihuddin, M.T.
NIP. 19760416 200604 2 001	NIP. 19910121 202203 1 001

*disesuaikan dengan tahapan yang dikerjakan

PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: Rizqi Maulana
NIM	: 210606110006
Program Studi	: Teknik Arsitektur
Fakultas	: Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan laporan tugas akhir saya dengan judul:

AN-NAHL SCIENCE TECHNO PARK KEDIRI

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.

Malang, 19 Juni 2025 Yang membuat pernyataan,

Rizqi Maulana
210606110006

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"An-Nahl Science Techno Park Kediri"**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Arsitektur pada Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Perancangan ini tidak akan selesai tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Aulia Fikriarini Muchlis, MT, selaku dosen pembimbing, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Seluruh dosen Jurusan Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang atas ilmu dan wawasan yang telah diberikan selama masa studi.
3. Ibu yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, dan materiil selama masa studi dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Almarhum bapak yang telah menjadi motivasi dan memberikan dukungan moral, spiritual, dan materiil selama masa studi dan penyusunan tugas akhir ini.
5. keluarga besar yang telah memberikan dukungan secara materiil selama proses studi.
6. Teman-teman yang telah memberikan bantuan dalam pembuatan maket dan keluaran lainnya. Terutama bagian pembuatan miniatur pohon yang telah merelakan waktu dan tenaganya.
7. Teman-teman Jurusan Arsitektur UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Terutama teman-teman satu bimbingan atas bantuan dan masukannya selama pengerjaan tugas akhir.
8. Seluruh pihak Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan izin pengerjaan proyek dan bantuan dalam pengumpulan data.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi kontribusi dalam pengembangan ilmu arsitektur, khususnya dalam penerapan biomimikri dalam desain

Malang, 12 Juni 2025

ABSTRAK

Indonesia dikenal memiliki potensi alam yang besar. Namun, pemanfaatan sumber daya tersebut belum optimal; bahkan, beberapa sektor mengalami penurunan akibat kerusakan lingkungan. Dalam Al-Qur'an, Surah An-Nahl ayat 68–69 memuat pengetahuan tentang keistimewaan lebah dan madu bagi manusia. Ayat tersebut juga memuat perintah untuk menjaga alam, terutama ekosistem lebah.

Dalam sektor budidaya lebah madu, kondisi geografis Indonesia sangat berpotensi untuk menghasilkan berbagai produk. Namun, dibandingkan dengan negara-negara maju, potensi ini belum dimanfaatkan secara maksimal dan belum ditunjang oleh kebutuhan produk perlebahan di masyarakat.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Kehutanan merencanakan pembangunan An-Nahl Science Techno Park di Desa Joho, Kabupaten Kediri. Kawasan ini dirancang sebagai pusat industri, riset dan pengembangan, edukasi, konservasi, serta wisata yang berfokus pada budidaya lebah madu.

Namun, pembangunan kawasan ini menimbulkan tantangan baru dalam perancangan. Lokasi yang berada di kawasan hutan menimbulkan isu lingkungan (keseimbangan alam), sedangkan jarak yang jauh dari pusat kota menimbulkan isu citra (daya tarik wisata). Pendekatan biomimikri, yang menjadikan alam sebagai model, tolok ukur, dan panduan, diterapkan dalam perancangan kawasan ini.

Diharapkan, An-Nahl Science Techno Park dapat meningkatkan inovasi, teknologi, dan edukasi di bidang budidaya lebah madu, sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan. Program ini juga bertujuan meningkatkan ekonomi lokal, sektor pariwisata, dan kesadaran masyarakat terhadap manfaat produk lebah, sehingga dapat mendorong pertumbuhan ekonomi pada sektor tersebut.

Kata kunci: biomimikri, Science Techno Park, arsitektur berkelanjutan, wisata edukatif

ABSTRACT

Indonesia is known for its abundant natural potential. However, the utilisation of these resources remains suboptimal; in fact, several sectors have experienced decline due to environmental degradation. In the Qur'an, Surah An-Nahl verses 68–69 contain knowledge about the uniqueness of bees and honey for humankind, as well as divine instruction to care for nature, particularly the bee ecosystem.

Indonesia's geographical conditions are highly suitable for the development of honeybee farming and related products. Nevertheless, compared to developed countries, this potential remains underutilised and is not yet supported by sufficient demand and awareness within society.

To address this issue, the East Java Provincial Government, through the Forestry Agency, has planned the development of An-Nahl Science Techno Park in Joho Village, Kediri Regency. This area is designed as a centre for industry, research and development, education, environmental integration, and tourism focused on honeybee cultivation.

However, the project presents new design challenges. Its forested location raises environmental concerns regarding ecological balance, while its distance from the city creates an issue of image and tourist appeal. A biomimicry approach, which positions nature as a model, measure, and mentor, is adopted in the site's design strategy.

An-Nahl Science Techno Park is expected to enhance innovation, technology, and education in the field of honeybee cultivation, while maintaining ecological harmony. This programme also aims to boost the local economy, expand ecotourism, and increase public awareness of the benefits of bee-based products, thereby fostering sustainable economic growth in the sector.

Keywords: biomimicry, Science Techno Park, sustainable architecture, educational tourism, ecological tourism

الملخص

تُعرف إندونيسيا بامتلاكها موارد طبيعية وافرة، إلا أن استغلال هذه الموارد لا يزال غير مثالي؛ بل إن بعض القطاعات قد شهدت تراجعًا نتيجة تدهور البيئة .وقد ورد في القرآن الكريم، في سورة النحل الآيتين ٦٨–٦٩، بيانٌ لخصوصية النحل والعسل وفائدتهما للإنسان، إلى جانب الأمر الإلهي بالمحافظة على البيئة، ولا سيما نظام حياة .النحل

تتمتع إندونيسيا بظروف جغرافية مناسبة جدًا لتربية النحل وإنتاج مشتقاته، ولكن عند مقارنتها بالدول المتقدمة، يتبيّن .أن هذا المجال لا يزال غير مستغل بالشكل الأمثل، ولا يحظى بالدعم المجتمعي الكافي من حيث الحاجة والاهتمام

وفي سبيل معالجة هذه الإشكالية، تخطط حكومة إقليم جاوة الشرقية، من خلال هيئة الغابات، لإنشاء منتزه "أن-نحل ساينس تكنو بارك "في قرية جوهو بمقاطعة كديري .ويُصمم هذا الموقع كمركز للصناعة والبحث والتطوير والتعليم، .إضافة إلى دمج البيئة والسياحة المعتمدة على تربية النحل

إلا أن هذا المشروع يطرح تحديات تصميمية جديدة، فموقعه داخل منطقة غابات يثير قضايا بيئية تتعلق بالتوازن الإيكولوجي، كما أن بُعده عن مراكز المدن يخلق مشكلة في الصورة الجاذبة للسياح .ومن هنا، تم اعتماد منهجية .المحاكاة الحيوية)بيوميميكري (في التصميم، والتي تجعل من الطبيعة نموذجًا ومقياسًا ومرشدًا

ويُؤمَل أن يُسهم "أن-نحل ساينس تكنو بارك "في تعزيز الابتكار والتكنولوجيا والتعليم في مجال تربية النحل، مع الحفاظ على التوازن البيئي .كما يهدف البرنامج إلى دعم الاقتصاد المحلي، وتنمية السياحة البيئية والتعليمية، ورفع .الوعي المجتمعي بفوائد منتجات النحل، مما يعزز النمو الاقتصادي المستدام في هذا القطاع

الكلمات المفتاحية :المحاكاة الحيوية، منتزه العلوم والتكنولوجيا، العمارة المستدامة، السياحة التعليمية، السياحة البيئية

DAFTAR ISI

BAB I | PENDAHULUAN 2
LATAR BELAKANG 3
RUANG LINGKUP 6
LOKASI TAPAK 6
TIPE PROYEK 6
BATASAN DESAIN 7
BATASAN REGULASI DAN PERTIMBANGAN LINGKUNGAN 7
MAKSUD DAN TUJUAN 9
TINJAUAN PRESEDEN 11
HONEY BEE RESEARCH CENTER IN CANADA 11
HIVE HOUSE 13
EASTGATE CENTER 15
KAJIAN PENDEKATAN 17
BIOMIMIKRI 17
ARSITEKTUR BIOMIMIKRI 17
TIPE PENDEKATAN BIOMIMIKRI 18
METODE DESAIN BIOMIMIKRI 18
STRATEGI DESAIN 20

BAB II | PENELUSURAN KONSEP RANCANGAN 22
PROFIL PROYEK 23
SKEMA PENDEKATAN 23
KONSEP MAKRO 24
DATA TAPAK 25
ANALISIS | NATURE AS MEASURE 26
ANALISIS KERAPATAN VEGETASI 26
ANALISIS FUNGSI VEGETASI 26
ANALISIS JALUR POLINASI 27
ANALISIS KEMIRINGAN LAHAN 28
ANALISIS FUNGSI, AKTIVITAS DAN PENGGUNA 31
ANALISIS SISTEM AKTIVITAS 33
ANALISIS | NATURE AS MODEL 35
ANALISIS BENTUK DASAR 35
PENERAPAN BENTUK 36
ANALISIS RUANG-BENTUK 37
ANALISIS | NATURE AS MENTOR 41
ANALISIS HUJAN 41
ANALISIS MATAHARI 42
ANALISIS ANGIN 43
ANALISIS STRUKTUR 44
KONSEP MIKRO 45
KONSEP TRAIL 45
KONSEP HIVE 47
KONSEP WAY 51

BAB III | PENGEMBANGAN KONSEP DAN HASIL RANCANGAN 54
OVERVIEW KONSEP 56
RANCANGAN TAPAK 59
POLA TAPAK 59
POLINATOR PATH GARDEN 59
BEE GARDEN 59
RETENTION GARDEN 60
SIRKULASI TAPAK 61
UTILITAS TAPAK 63
RANCANGAN BANGUNAN 65
AN-NAHL EDUPARK 65
AN-NAHL FACTORY 67
AN-NAHL LABORATORY 69
BEE HOUSE 70
AN-NAHL OFFICE 71
AN-NAHL RESTO & APIARY SHOP 72
AN-NAHL COTTAGE 73
AN-NAHL MOSQUE 74
AN-NAHL CONFERENCE HALL 75
RANCANGAN DETAIL BANGUNAN 76
FIELDTRIP WALKWAY 76
GATE 76
SKEMA REUSE 77
STRUKTUR BANGUNAN UTAMA 78
STRUKTUR BEE HOUSE 79
STRUKTUR FASAD 80

BAB IV | EVALUASI 82
REVIEW EVALUASI HASIL RANCANGAN 83
HASIL PENYEMPURNAAN RANCANGAN 84

BAB V | PENUTUP 90
KESIMPULAN 91
SARAN 92

DAFTAR PUSTAKA 94

1 PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Lebah merupakan salah satu makhluk hidup yang disebutkan dalam Al-Quran. Menjadi keistimewaan lebah dalam Al-Quran dengan adanya surat "An-Nahl" yang artinya lebah. Allah menciptakan lebah dengan kemampuan khusus yang bermanfaat bagi manusia, terutama melalui madu yang dihasilkannya. Madu telah menjadi sumber daya yang berharga bagi manusia selama lebih dari 4.400 tahun karena banyaknya manfaat yang dimilikinya[1]. Dalam Al-Quran, Allah berfirman tentang lebah pada Surat An-Nahl ayat 68-69

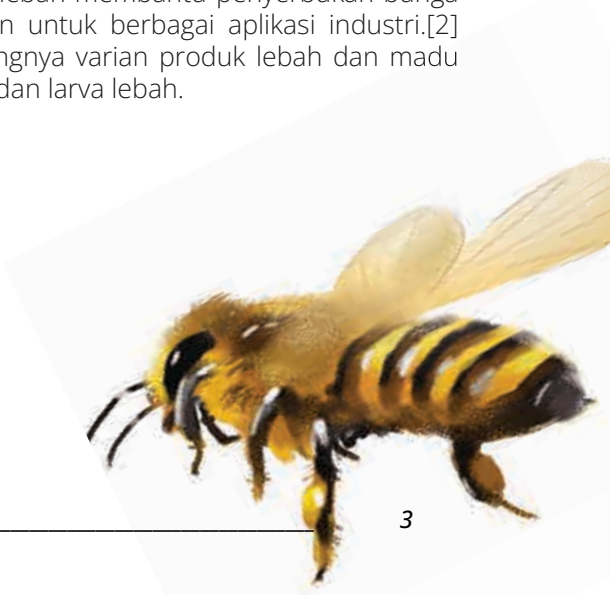
"Dan Tuhanmu mewahyukan kepada lebah: "Buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon kayu, dan di tempat-tempat yang dibikin manusia. kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu)." QS An-Nahl 68.

"Dari perut lebah itu ke luar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan" QS An-Nahl 69.

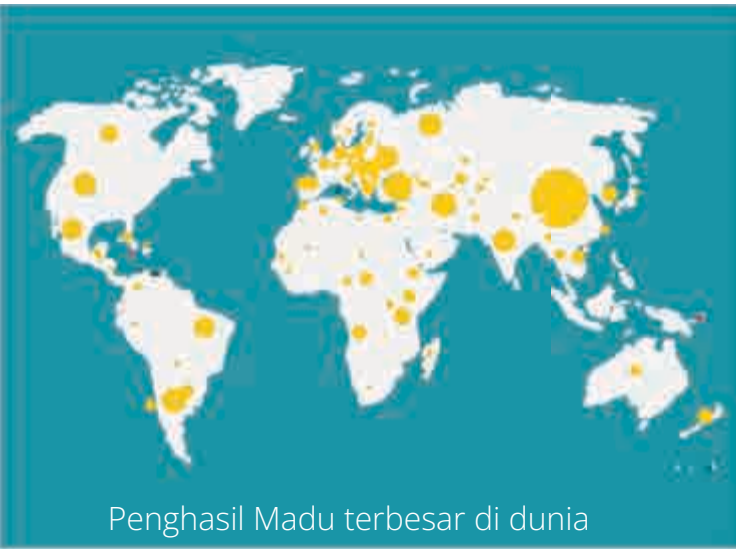
Al-Mahalli dan As-Suyuthi dalam Tafsir Jalalayn menafsirkan ayat 68 sebagai wahyu ilahi yang diberikan kepada lebah untuk membangun sarang di gunung, pohon, atau tempat yang disediakan manusia. Quraish Shihab dalam Tafsir al-Misbah menjelaskan bahwa lebah mendapat wahyu ilahi dari Allah untuk menyelesaikan berbagai permasalahan hidupnya, termasuk membuat sarang di gunung, celah-celah pohon, atau atap rumah. Kedua tafsir tersebut menekankan pentingnya memelihara kelestarian lebah. [1]

Pada Ayat 69 dijelaskan oleh Al-Mahalli dan As-Suyuthi sebagai petunjuk tentang kemudahan lebah dalam mencari makanan dan menghasilkan madu yang berkhasiat obat. Nabi Muhammad menyebutkan bahwa penyembuhan dapat dicapai melalui minum madu. Quraish Shihab menyoroti bahwa madu mengandung glukosa dan vitamin B kompleks yang penting untuk kesehatan dan penyembuhan. Sebuah seminar ilmiah di Qatar juga menegaskan manfaat madu dalam menghambat pertumbuhan mikroba dan meningkatkan kekebalan tubuh. Inti ayat tersebut menggarisbawahi pentingnya memelihara lebah karena manfaat madu bagi kesehatan[1].

Selain manfaat kesehatan, lebah juga berperan penting dalam penyerbukan tumbuhan dan menghasilkan produk tambahan seperti royal jelly, sengat lebah (bee venom), pollen, propolis, dan larva lebah. Riwayat al-Bukhari dan Muslim juga terbukti valid di zaman modern, bahwa lebah membantu penyerbukan bunga tanaman, dan sarangnya dapat digunakan untuk menghasilkan lilin untuk berbagai aplikasi industri.[2] Berkembangnya teknologi dan sains, berpengaruh pada berkembangnya varian produk lebah dan madu diantaranya royal jelly, racun lebah, serbuk sari, propolis (lem lebah), dan larva lebah.



Persebaran lebah ternak (stingless) di dunia



Penghasil Madu terbesar di dunia

Rata-rata konsumsi madu setiap negara

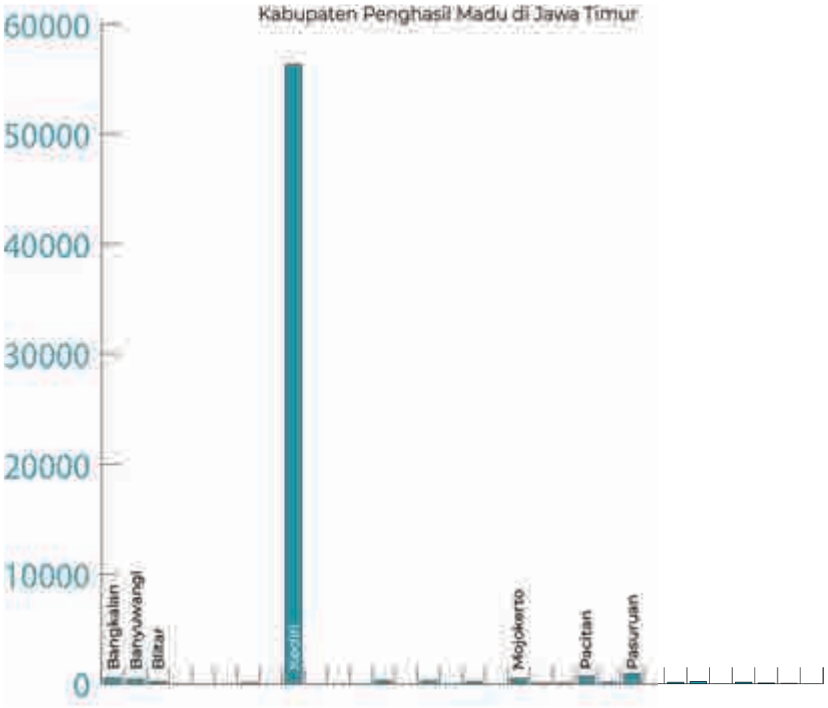
Lebah madu (Apis spp.) merupakan serangga yang diduga berasal dari Mesir sehingga secara iklim cocok dengan suhu di Indonesia. Berdasarkan pengamatan BMKG tahun 1991-2020, suhu rata-rata per bulan di Indonesia berada di 26,4–27,4°C.[3] Lebah madu mencapai aktivitas optimalnya pada suhu 20–26°C dan cukup optimal di suhu 6°C di atas dan di bawah suhu optimalnya.[4] Dengan iklim yang mendukung tersebut, 6 dari 7 spesies lebah madu di dunia hidup di Indonesia. Menurut Guru Besar Fakultas Peternakan IPB, Prof Dr. Asnath M. Fuah, 40% dari 200 juta hektar lahan di Indonesia berpotensi menghasilkan pakan lebah (*bee forage*). Dari total areal tersebut dapat menghasilkan sekitar 80.000-200.000 ton madu dalam setahun.[5]

Meskipun kondisi alam mendukung, potensi madu di Indonesia belum sepenuhnya dimanfaatkan. Saat ini, konsumsi madu di Indonesia hanya sekitar 15 gram per kapita per tahun, jauh di bawah 700-1.500 gram per kapita di negara-negara maju yang penduduknya lebih sedikit, menurut Pusat Perlebahan Nasional (2008), Rendahnya konsumsi ini disebabkan oleh pemahaman masyarakat yang masih terbatas mengenai manfaat madu[6]. Dari sisi perdagangan, Indonesia adalah eksportir madu terbesar ke-46 dan importir terbesar ke-26 di dunia.[7] Data ini menunjukkan kebutuhan madu yang signifikan. Terlebih jika pemahaman masyarakat mengenai manfaat madu meningkat, permintaan dan konsumsi madu di Indonesia dapat mengalami lonjakan.

Beberapa penelitian telah mengidentifikasi penyebab rendahnya produksi dan konsumsi madu, yaitu ketersediaan pakan yang tidak mencukupi[8], keterbatasan pengetahuan tentang teknik budidaya lebah madu, dan kurangnya kesadaran masyarakat tentang manfaat madu. Untuk mengatasi masalah tersebut, adalah dengan tersedianya kawasan khusus budidaya lebah madu sebagai hasil hutan bukan kayu. Kawasan ini akan dikembangkan secara komprehensif, berkelanjutan, dan terpadu, serta menyediakan fasilitas untuk pendidikan, penelitian, kesehatan, pariwisata, dan pemasaran.

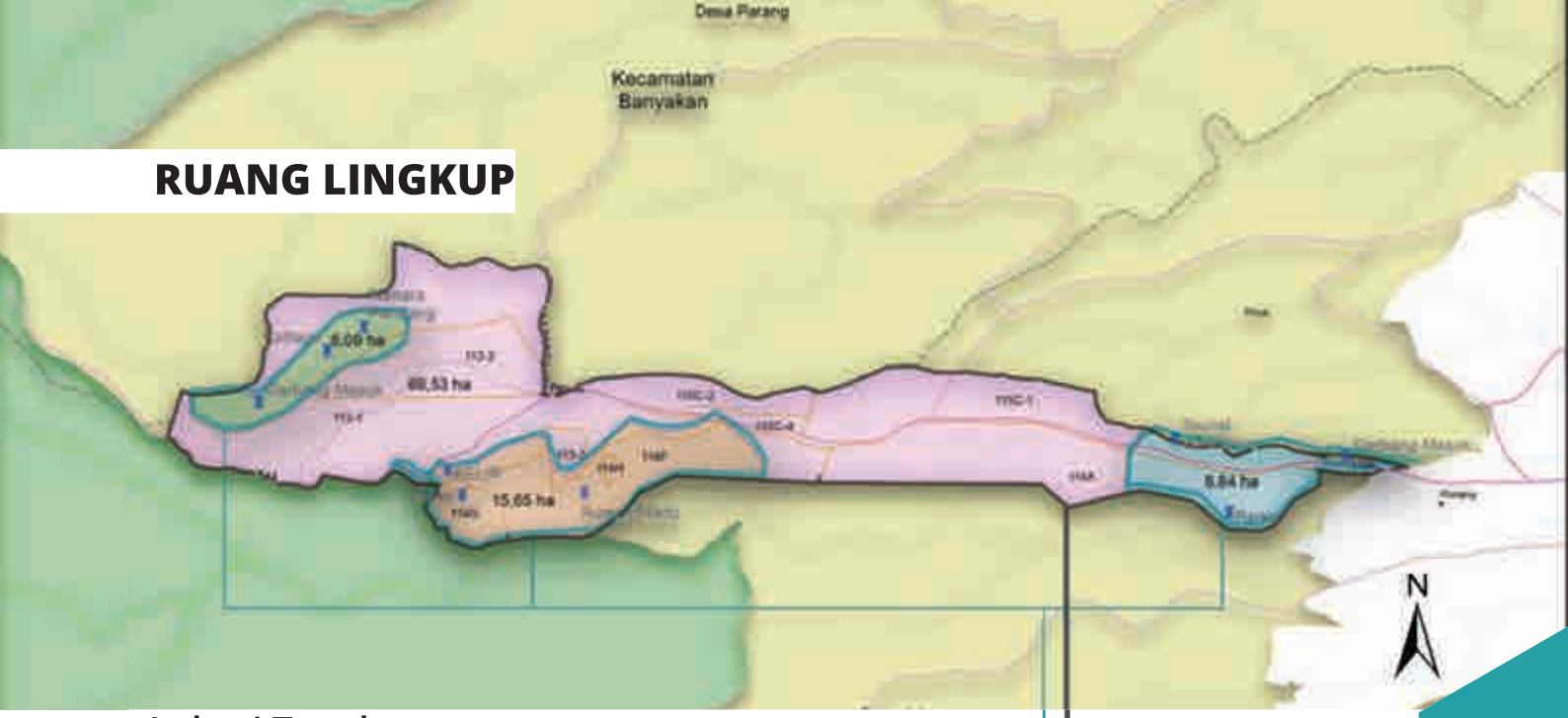
Pemecahan masalah tersebut sejalan dengan inisiatif Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur yang merencanakan pembangunan Science dan Technopark Madu dengan nama An-Nahl Science Techno Park. Fasilitas ini akan mencakup laboratorium penelitian, pusat inkubasi bisnis, ruang kolaborasi, dan infrastruktur pendukung lainnya. Dalam Science Technopark ini akan diintergrasikan pada enam bidang utama: pendidikan, ekonomi, pariwisata, energi terbarukan, kesehatan, dan sosial budaya. [9]

Upaya pembangunan pusat penelitian dan pengembangan madu yang direncanakan Dishut Jatim di Desa Joho, Kecamatan Semen, Kabupaten Kediri dinilai tepat. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2020 tercatat bahwa Jawa merupakan pulau dengan produksi madu tertinggi di Indonesia[10]. Selama tahun 2013-2017 di Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Kediri menempati angka tertinggi dalam produksi madu.[11] Sebagai komoditas dari sektor agro kehutanan di Kabupaten Kediri, Kecamatan Semen memiliki area hutan terluas, dan area tersebut berada di Desa Wisata Joho yang memiliki komoditas produksi utama berupa madu.[12] Produktivitas madu di Desa Joho didukung oleh bentang alam yang merupakan lereng Gunung Wilis yang masih lestari. Kelestarian alam tersebut menjadi sumber pangan yang dibutuhkan oleh lebah madu.[13]



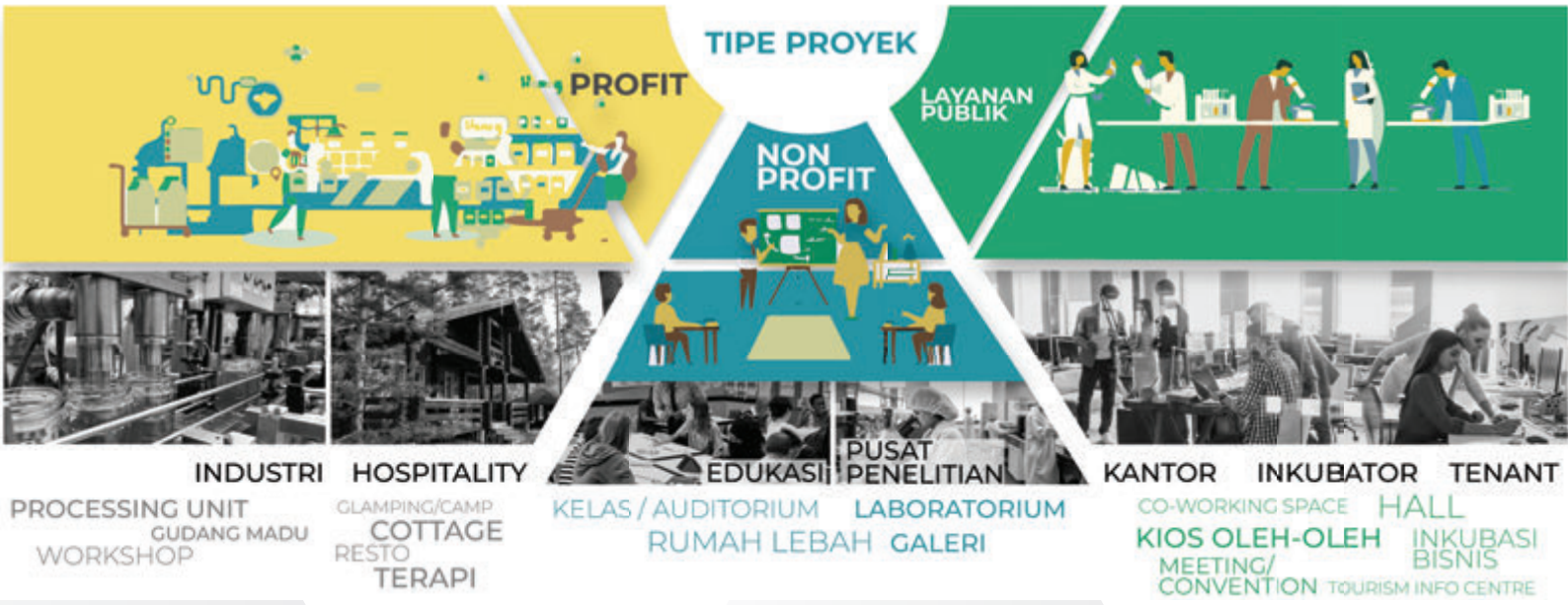
Desa Wisata Joho mengalami puncak kunjungan wisatawan pada tahun 2016-2019, namun pandemi Covid-19 menyebabkan penurunan drastis jumlah pengunjung.[14] Lokasinya yang berada di lereng gunung, jauh dari pusat kota, dan akses jalan yang kurang memadai menjadi hambatan utama perkembangan wisata desa ini. Di samping itu, rencana pembangunan oleh Dinas Kehutanan Jawa Timur di kawasan hutan Desa Joho dapat berpotensi merusak ekosistem alami, termasuk keberlangsungan lebah madu. Sejalan dengan nilai-nilai yang terkandung dalam surat An-Nahl, yang menekankan pentingnya menjaga keseimbangan alam, pembangunan An-Nahl Science Techno Park harus melalui proses perencanaan yang matang. Dengan pendekatan biomimikri, alam dijadikan sumber inspirasi sebagai model, ukuran, dan mentor dalam perancangan STP ini. Pendekatan ini diharapkan mampu mendorong pengembangan inovasi teknologi berbasis madu dan membangkitkan sektor pariwisata desa, meningkatkan industri, serta membentuk edukasi masyarakat. Melalui pengelolaan yang berkelanjutan dan harmonis dengan alam, ekosistem lebah akan tetap lestari. Dimulai dari pengembangan satu sektor kecil, akan menjadi katalis bagi kemajuan sektor lainnya sehingga dapat mendorong kemajuan teknologi, sains dan ekonomi secara bertahap.

RUANG LINGKUP



Lokasi Tapak

Kawasan An-Nahl Science dan Techno Park secara keseluruhan memiliki luas 100 ha berada di Desa Joho, Kecamatan Semen dan Desa Parang, Kecamatan Banyakan, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Berada di kawasan hutan produksi yang memiliki bentang alam yang masih alami dengan lahan berkontur dan berbatasan dengan pemukiman, hutan pinus, hutan lindung, sungai dan sumber mata air. Area yang akan dibangun terbagi menjadi 3 zona yang terpisah oleh ladang ternak madu. Kondisi tapak tersebut menjadi tantangan dalam perancangan dengan harus mempertimbangkan aspek regulasi, arsitektur, dan lingkungan.



Batasan desain

1. Fokus utama pada perancangan bangunan arsitektural
2. Penataan kawasan dan lanskap secara makro dan mikro yang mendukung perancangan arsitektural
3. Detail Perancangan kawasan pada beberapa sampel area yang merepresentasikan konsep desain.
4. Perancangan lanskap pada beberapa sampel area yang merepresentasikan konsep desain dan dapat menjadi modul untuk area lainnya.

Batasan Regulasi dan Pertimbangan Lingkungan

Terdapat 2 undang-undang yang Kawasan Sains dan Teknologi/Science Techno Park, namun yang mengatur pada aspek arsitektural terdapat pada Peraturan Presiden Nomor 106 tahun 2017 tentang Kawasan Sains dan Teknologi [15] (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 243). Adapun rangkuman dari peraturan tersebut terdapat pada tabel berikut.

Aspek	Aturan Perancangan
Sasaran Pembangunan KST	Desain harus mendukung sinergi antara akademisi, bisnis, dan pemerintah; menciptakan lingkungan kondusif untuk penelitian, pengembangan, dan bisnis.
Fungsi KST	Bangunan harus mendukung kerja sama penelitian, inkubasi bisnis inovatif, dan menyediakan ruang-ruang untuk layanan bernilai tambah bagi pengguna.
Layanan KST	Desain fasilitas harus mencakup ruang pelatihan, laboratorium, ruang konsultasi, area inkubasi bisnis, dan ruang produksi skala kecil.
Zona KST	Pertimbangkan zona terintegrasi (satu area) atau terkoneksi (beberapa lokasi yang saling terhubung), dengan aksesibilitas dan efektivitas tinggi.
Penyelenggara KST	Fasilitas harus mendukung kolaborasi antar pemerintah, perguruan tinggi, dan masyarakat (sektor bisnis).
Sarana dan Prasarana KST	Sediakan pusat desain, purwarupa, ruang konsultasi hukum, ruang kantor bersama, ruang pelatihan, fasilitas produksi, dan laboratorium uji.

Terdapat 3 undang-undang yang mengatur pembangunan di kawasan hutan, namun untuk peraturan yang teknis atau yang mengatur penuh aspek arsitektural terdapat pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.13/MENLHK/SETJEN/KUM.1/5/2020 tentang Pembangunan Sarana dan Prasarana Wisata Alam di Kawasan Hutan. [16] Adapun rangkuman dari peraturan tersebut dalam konteks pembangunan di kawasan hutan produksi pada tabel berikut.

Aspek	Aturan Perancangan
Koefisien Dasar Bangunan (KDB)	KDB disarankan maksimal 10% dari luas tapak, bangunan semi permanen diutamakan.
Jumlah Lantai dan Tinggi Bangunan	Maksimal 2 lantai, tinggi bangunan maksimal 10 meter atau di bawah tinggi tajuk pohon.
Densitas Bangunan dan Polusi Visual	Hutan produksi: maksimal 40 unit/ha.
	Hindari polusi visual, bangunan dirancang menyatu dengan alam.
	Sempadan bangunan minimal 1 kali sisi terpanjang bangunan.
Kondisi dan Karakteristik Lahan	Hindari perubahan kontur tanah.
	Tempatkan bangunan di punggung lahan untuk menghindari banjir dan erosi.
Arsitektur Bangunan	Bangunan harus mencerminkan karakter lokal.
	Penggunaan bahan lokal yang tidak merusak ekosistem, tanpa bahan metal terang atau bahan dari hutan konservasi.
	Warna bangunan netral dan menyatu dengan lingkungan.
Sistem Utilitas	Penyediaan air bersih tidak boleh mengambil air tanah.
	Sistem drainase harus terbuka dan terintegrasi.
	Limbah padat diolah, tidak dibuang sembarangan.
	Pemakaian listrik dari energi terbarukan diutamakan.
Penataan Vegetasi	Penebangan pohon dengan diameter > 20 cm dilarang kecuali sangat diperlukan dengan izin khusus.
	Vegetasi langka/endemi dilindungi dan tidak boleh ditebang.
	Vegetasi dari luar kawasan hutan konservasi tidak diperbolehkan.
Jalan Setapak dan Signage	Jalan setapak harus memiliki penerangan memadai.
	Penanda harus jelas, warna terang pada latar dan gelap pada tulisan.
Elemen Estetik dan Area Bermain	Elemen estetik mencerminkan budaya setempat.
	Area bermain anak menggunakan bahan alam dan aman.

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud Perancangan

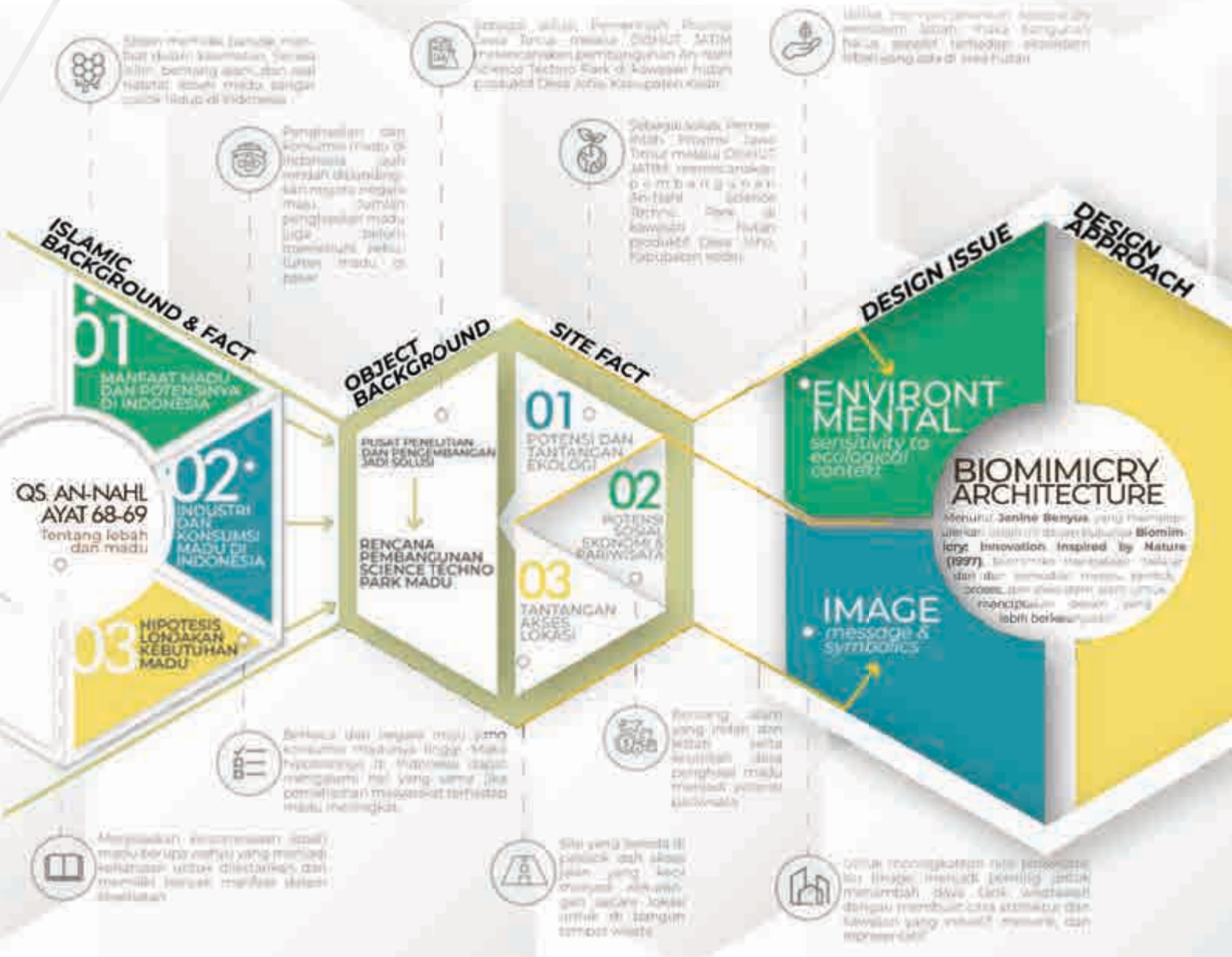
An-Nahl Science Techno Park (STP) adalah inisiatif strategis yang dirancang untuk menciptakan ekosistem inovasi madu yang terintegrasi dengan memadukan berbagai elemen penting dalam satu kawasan terpadu. Selain itu, adanya kawasan ini juga menciptakan sebuah lingkungan yang mendukung pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara holistik. Misi utama dari proyek ini adalah untuk mengurangi jarak antara penelitian dasar dan aplikasi praktisnya, serta mempercepat transfer teknologi dari laboratorium ke pasar. Dengan demikian isu besar terkait sosial ekonomi serta program besar hilirisasi dapat tercapai. Lingkungan warga sekitar juga mendapatkan keuntungan jangka panjang dengan menghidupkan desa wisata menjadi lebih produktif.

Tujuan Perancangan

1. **Fasilitas Fungsional dan Berkelanjutan,**
   Merancang ruang yang mendukung industri, penelitian, pengembangan dan edukasi madu untuk mengurangi jarak antara penelitian dasar dan aplikasi praktisnya, serta mempercepat transfer teknologi dari laboratorium ke pasar.
2. **Integrasi dengan Alam,**
   Menggunakan pendekatan biomimikri untuk menciptakan desain yang harmonis dengan ekosistem lebah dan lingkungan sekitar, Sehingga dapat meningkatkan optimalitas ekosistem lebah.
3. **Desain Atraktif,**
   Menyediakan fasilitas wisata edukasi dengan desain yang atraktif. Sehingga dapat menarik wisatawan dari berbagai daerah, khususnya Kabupaten kediri dan jawa timur

Sasaran Perancangan

1. Menyediakan 3 Zona dapat yang terdiri dari Tourist Information Center, Rumah Madu, dan Cottage dalam area 100h a yang bisa terintegrasi ataupun terpisah
2. Pemaksimalan lahan untuk memenuhi semua fungsi dengan maksimal area terbangun 10 ha

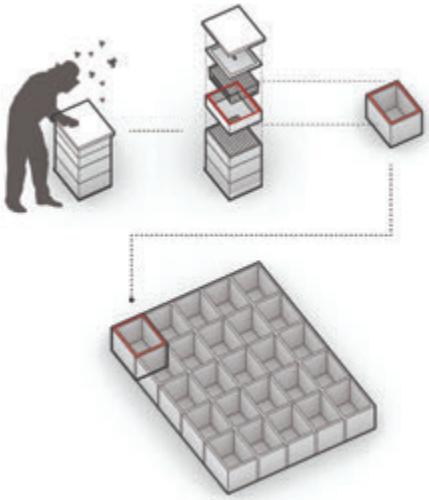

ISLAMIC BACKGROUND & FACT
01
MANFAAT MADU DAN POTENSINYA DI INDONESIA
02
INDUSTRI DAN KONSUMSI MADU DI INDONESIA
03
HIPOTESIS LONJAKAN KEBUTUHAN MADU
QS. AN-NAHL AYAT 68-69
Tentang lebah dan madu
OBJECT BACKGROUND
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN JADI SOLUSI
RENCANA PEMBANGUNAN SCIENCE TECHNO PARK MADU
SITE FACT
01
POTENSI DAN TANTANGAN EKOLOGI
02
POTENSI SOSIAL EKONOMI & PARIWISATA
03
TANTANGAN AKSES LOKASI
DESIGN ISSUE
ENVIRONTMENTAL
sensitivity to ecological context
IMAGE
message & symbolics
DESIGN APPROACH
BIOMIMICRY ARCHITECTURE

TINJAUAN PRESEDEN

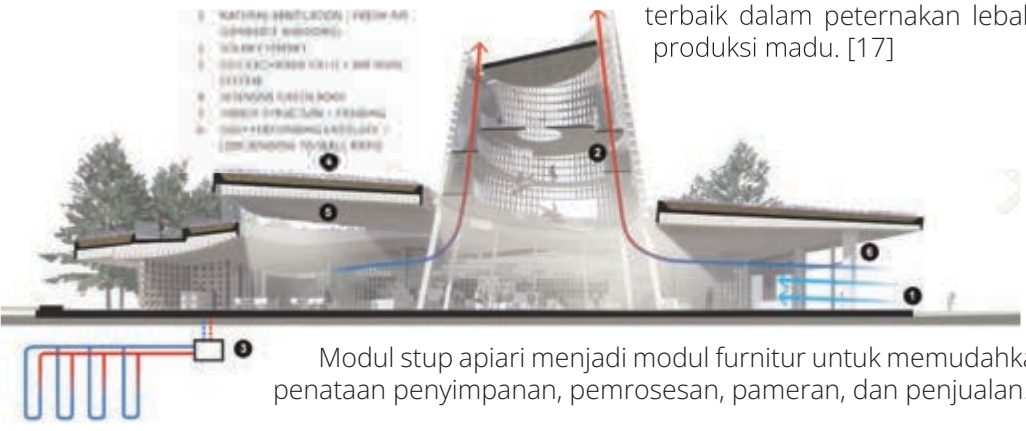
Honey Bee Research Center in Canada

TINJAUAN PRESEDEN SCIENCE TECHNO PARK MADU

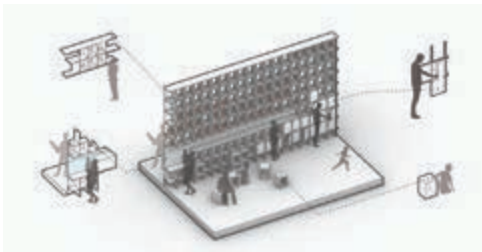
- Arsitek : Arsitek Moriyama Teshima
- Lokasi : Guelph, Canada
- Tahun : Sedang Dibangun
- Tipologi`: Pendidian, Fasilitas Ekstraksi Madu, Pusat Penelitian
- Konteks`: Nature Extension



Pusat Penelitian Lebah Madu (HBRC) adalah sebuah fasilitas penelitian dan pendidikan yang dirancang untuk mendukung kesehatan dan kelangsungan hidup lebah madu. Pusat ini bertujuan menjadi ikon dalam desain dan fungsionalitas, sekaligus mendukung penelitian dan advokasi tentang lebah madu. HBRC akan berfungsi sebagai pusat penelitian kelas dunia dan fasilitas pendidikan yang terfokus pada penjangkauan masyarakat terkait kesehatan lebah madu. Fasilitas baru HBRC akan mencakup area seluas 15.000 kaki persegi, menawarkan ruang untuk program penelitian, produksi, pendidikan, pelatihan dan penjangkauan masyarakat. Desainnya memungkinkan penelitian kelas dunia terkait lebah madu dan berfungsi sebagai pusat demonstrasi praktik terbaik dalam peternakan lebah dan produksi madu. [17]



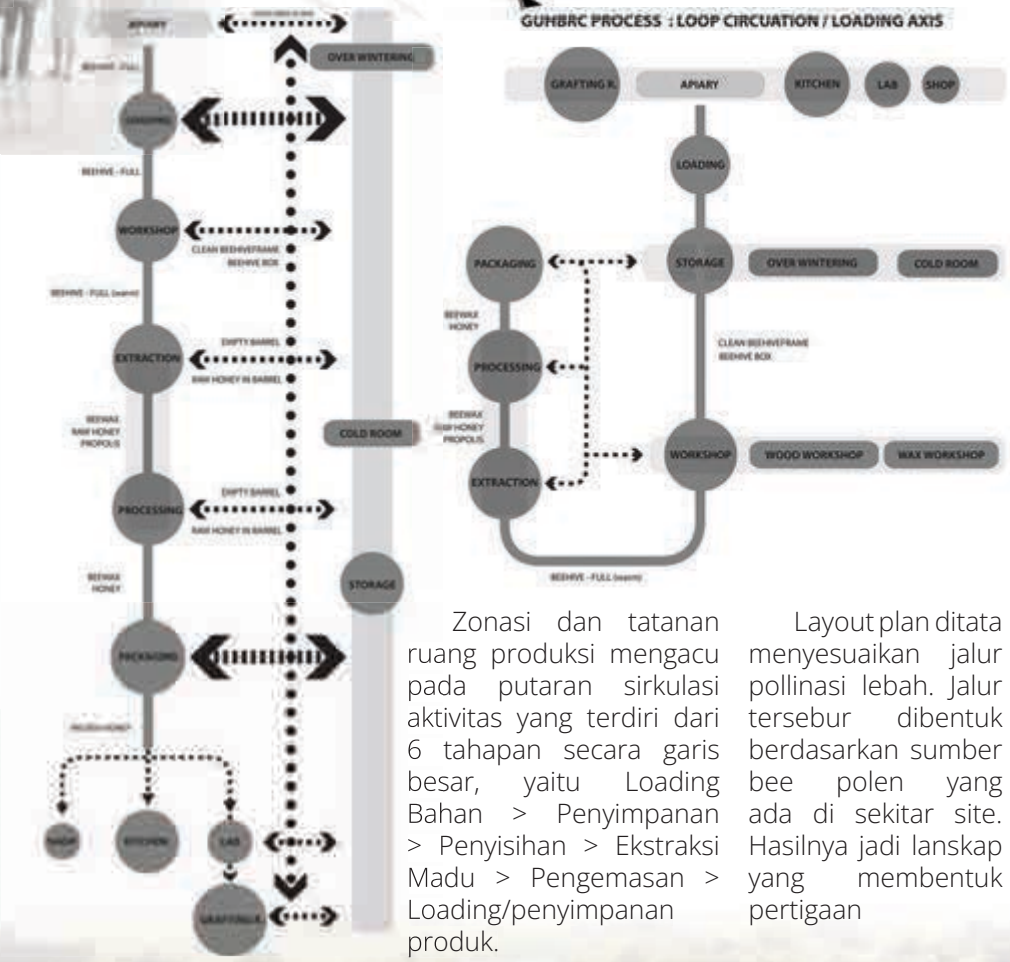
Modul stup apiari menjadi modul furnitur untuk memudahkan saat penataan penyimpanan, pemrosesan, pameran, dan penjualan.

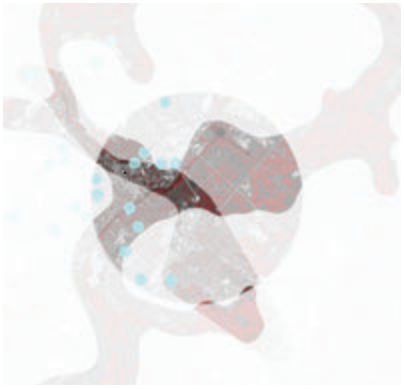


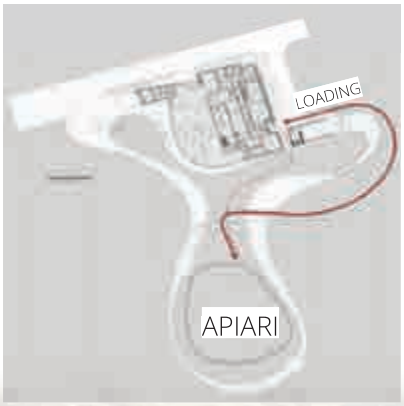
Modul stup apiari menjadi modul furnitur untuk memudahkan saat penataan penyimpanan, pemrosesan, pameran, dan penjualan.

DISCOVERY ZONE	PROCESSING	ADMINISTRATION
1 ENTRANCE	17 OVERWINTERING ROOM / FREEZER	30 CUSTODIAL
2 GENERAL RECEPTION	18 LOADING DOCK	31 WASHROOM
3 LOCKERS / WAITING	19 LAUNDRY	32 MEETING ROOM
4 GIFT SHOP	20 WASHROOM	33 OFFICE
5 INCOMING WATER	21 HOT ROOM	34 OFFICE
6 I.T.	22 EXTRACTION / PROCESSING	35 STORAGE
7 ELECTRICAL ROOM	23 WORKSHOP	36 BREAKOUT / LUNCH ROOM
8 MECHANICAL ROOM	24 PACKAGING	37 STAFF ENTRANCE
9 SERVERY	25 STORAGE B	
10 CAFE	26 STORAGE A	
11 DISCOVERY ZONE	27 RESEARCH / WET LAB	
12 STORAGE	28 WORKSTATIONS	
13 UNIVERSAL WASHROOM	29 GRAFTING	
14 WASHROOM (MALE)		
15 WASHROOM (FEMALE)		
16 MECHANICAL ROOM		

Seluruh fungsi terakomodasi dalam satu bangunan dengan 3 zona. **Zona Discovery** (kuning), zona admnistrasi (merah), dan zona produksi (biru). Zona discovery mewadahi fungsi edukasi, pameran, dan penelitian dengan ruangan open plan sehingga aktivitas di dalamnya fleksibel dan multifungsi. Zona produksi dan administrasi memiliki akses belakang ke loading dock.







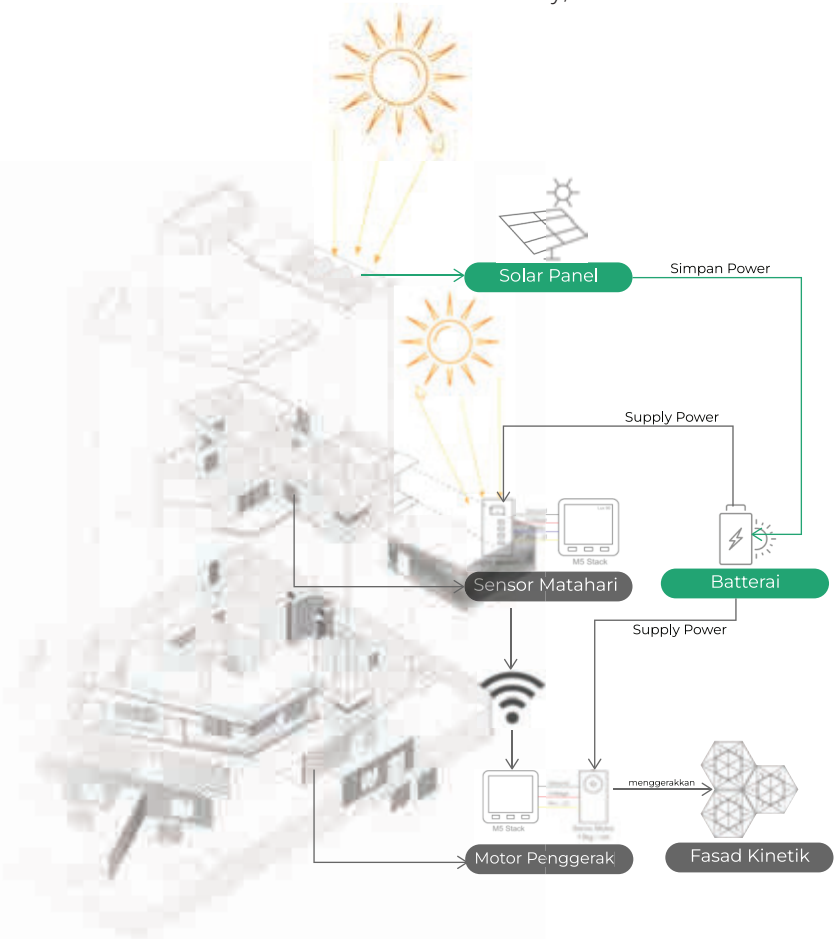
Zonasi dan tatanan ruang produksi mengacu pada putaran sirkulasi aktivitas yang terdiri dari 6 tahapan secara garis besar, yaitu Loading Bahan > Penyimpanan > Penyisihan > Ekstraksi Madu > Pengemasan > Loading/penyimpanan produk.

Layout plan ditata menyesuaikan jalur pollinasi lebah. Jalur tersebur dibentuk berdasarkan sumber bee polen yang ada di sekitar site. Hasilnya jadi lanskap yang membentuk pertigaan

HIVE HOUSE

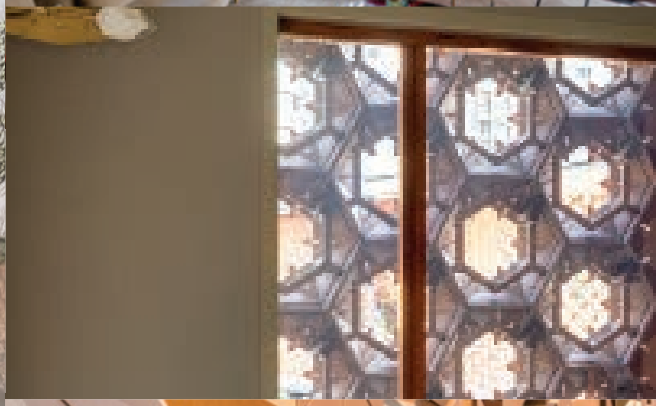
TINJAUAN PRESEDEN PENDEKATAN BIOMIMIKRI DARI LEBAH MADU

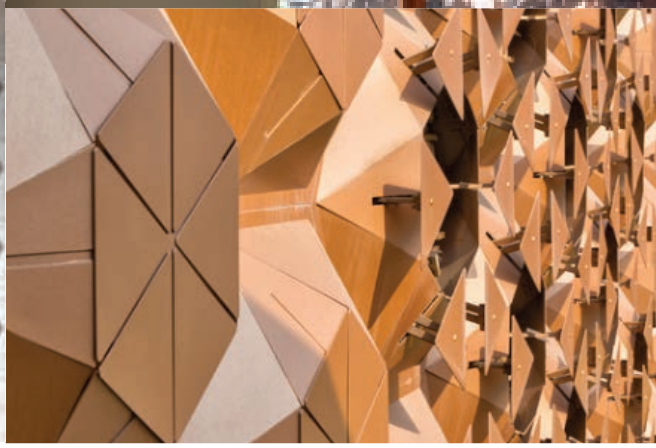
- Arsitek : Openideas Architects
- Lokasi : Surat, India
- Tahun : 2019
- Tipologi`: Rumah
- Konteks`: Sustainability, Inovasi Fasad

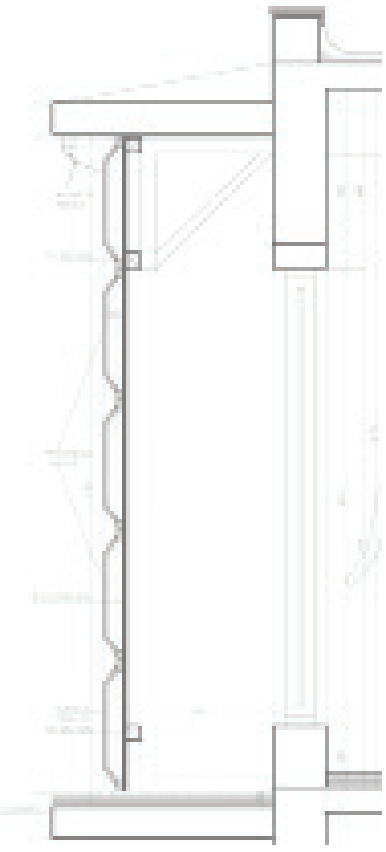


Hive House adalah rumah keluarga yang cerdas, adaptif, dan berkelanjutan di Surat, Gujarat. Terinspirasi dari profesi klien, Kamalbhai Mistry, yang bergerak di industri mesin berlian, rumah ini menggabungkan elemen desain yang ringan, berstruktur kompleks, dan cepat dibangun. Lokasinya berada di Vesu, area berkembang di Surat, di mana rumah ini berdiri di antara kompleks apartemen dengan plot yang dibeli untuk keluarga besar Mistry.

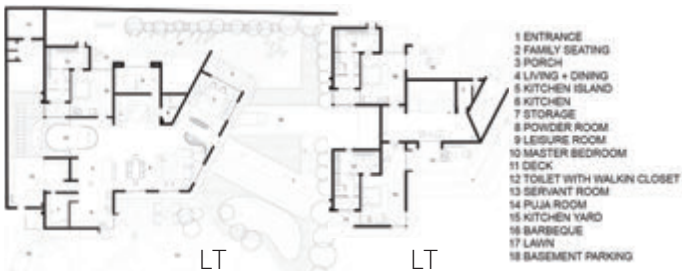
Desain rumah ini menggunakan pendekatam biomimikri. Biomimikri diimplementasikan dalam desain pada tingkat organisme dengan menganggap fasad sebagai sarang lebah. Geometri fasad heksagonal terinspirasi oleh sarang lebah dan kristal karbon. Fasad dianalisis untuk stabilitas struktural, fungsi, dan mekanismenya sambil berfungsi sebagai desain biomimetik prototipikal. Mekanisme fasad yang unik juga menawarkan kualitas cahaya dan kenyamanan termal yang baik di dalam rumah. Permainan cahaya dan bayangan yang disediakan oleh fasad dengan demikian menciptakan pola berirama di lantai. [18]







Mekanisme engsel meniru angsel bus yang merupakan gabungan dari engsel dan sliding door



Fasad ini menjadi contoh adannya biomimikri yang menggabungkan elemen non biologis. penerapan biomimikri ini menggabungkan 3 inspirasi diantaranya bentuk sarang lebah dan kristal karbon sebagai tampilan, sedangkan pintu bus sebagai mekanismenya.

Karena biomimikri menggunakan prinsip nature as model yang mana fokus pada objek ini diterapkan pada tampilan. Maka adanya gabungan inspirasi ini tidak memudarkan kesan biomimikri.

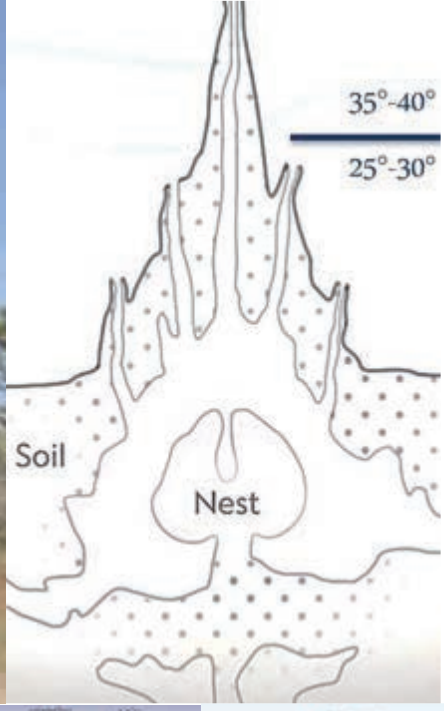
Eastgate Center

TINJAUAN PRESEDEN PENDEKATAN BIOMIMIKRI DARI SARANG RAYAP

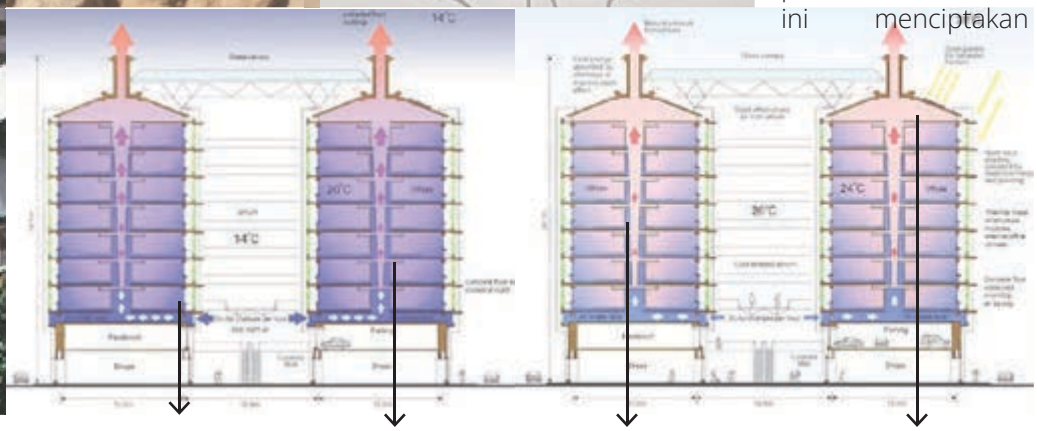
- Arsitek : Mick Pearce
- Lokasi : Harare, Zimbabwe
- Tahun : 1996
- Tipologi`: Commercial mixed-use building
- Konteks`: urban setting & the local climate

Eastgate Centre adalah pusat perbelanjaan dan gedung perkantoran yang terletak di Harare, Zimbabwe. Alih-alih menggunakan sistem pendingin udara berbasis bahan bakar tradisional untuk mengatur suhu di dalam gedung, Eastgate Centre dirancang untuk mengeksploitasi mekanisme kontrol iklim yang lebih pasif dan hemat energi. Bahan konstruksi bangunan memiliki kapasitas termal yang tinggi, yang memungkinkannya menyimpan dan melepaskan panas yang diperoleh dari lingkungan sekitarnya. Proses ini difasilitasi oleh kipas yang beroperasi pada siklus yang diatur waktunya untuk meningkatkan penyimpanan panas pada siang hari yang hangat dan pelepasan panas pada malam hari yang sejuk.

Panas internal yang dihasilkan oleh penghuni dan peralatan gedung juga membantu mendorong aliran udara di dalam ruang terbuka internal gedung yang besar, karena naik dari kantor dan toko di lantai bawah menuju cerobong asap atap terbuka. Berbagai bukaan di seluruh gedung selanjutnya memungkinkan aliran udara internal pasif yang didorong oleh angin luar. Fitur desain ini bekerja sama untuk mengurangi perubahan suhu di dalam interior bangunan karena suhu di luar berfluktuasi. Bangunan senilai $ 35 juta itu menghemat 10% biaya di muka dengan tidak membeli sistem AC. Sewa di gedung ini lebih murah dibandingkan dengan bangunan terdekat karena penghematan biaya energi. [19]



Di ekosistem padang dan savana, rayap bertahan dari suhu ekstrim dengan desain gundukannya. Gundukan rayap melindungi panas matahari dan mampu mendiginkan ruang dengan adanya lubang lain dalam tanah yang terhubung keluar. Adanya perbedaan suhu ini menciptakan



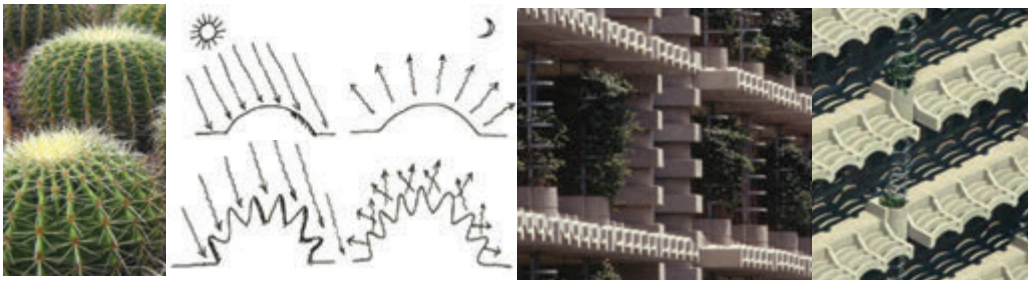
Exhaust Fan daya rendah

Ventilasi masuk

Ventilasi Keluar

Cerobong Udara panas

Sebagai upaya hemat daya, exhaust fan hanya berada di dasar untuk mendorong udara dingin naik melalui shaf udara dan mendorong proses perputaran udara. Shaf udara panas dan dingin terpisah, semakin keatas semakin menyatu. Desain ventilasi ini membuat aliran bangunan dalam udara terus berputar secara alami.



Inovasi desain juga diterapkan pada desain fasad yang terinspirasi dari duri pada kaktus sebagai penjaga proses penguapan. Pada fasad tidak rata terbentuk bayangan dan pantulan cahaya sehingga radiasi panas matahari tidak mengenai langsung

Pagi-siang suhu ruangan sejuk, menggunakan ventilasi pasif

Siang-sore suhu ruangan memanas, menggunakan exhaust fan untuk mengurangi udara

Sore-Malam tetap menghidupan kipas untuk mengeluarkan

KAJIAN PENDEKATAN

BIOMIMIKRI

Berdasarkan Benyus, Janine M., Biomimicry, Innovation Inspired by Nature, 1997 dan Learn Biomimicry

[Dari bahasa Yunani bios kehidupan, dan mimesis artinya imitasi]

Arsitektur biomimikri meniru desain dan proses alam untuk memecahkan masalah teknis. Paradigma dalam biomimikri mengubah pemikiran yang human sentris. Dalam biomimikri alam adalah sumber pengetahuan yang harus dipelajari akan bagaimana mereka bekerja dan tetap lestari. Alam selalu menjadi sumber inspirasi yang dapat diimitasikan ke dalam berbagai bidang.[20]

PRINSIP DASAR

"Nature as Model"

Biomimikri adalah ilmu baru yang mempelajari model alam lalu meniru atau mengambil inspirasi dari desain dan proses ini untuk memecahkan permasalahan manusia, misalnya, sel surya yang terinspirasi oleh daun.

"Nature as Measure"

Biomimikri menggunakan standar ekologi untuk menilai "kebenaran" inovasi kita. Setelah 3,8 miliar tahun evolusi, alam telah belajar: Apa yang berhasil. Apa yang sesuai. Apa yang bertahan lama.

"Nature as Mentor"

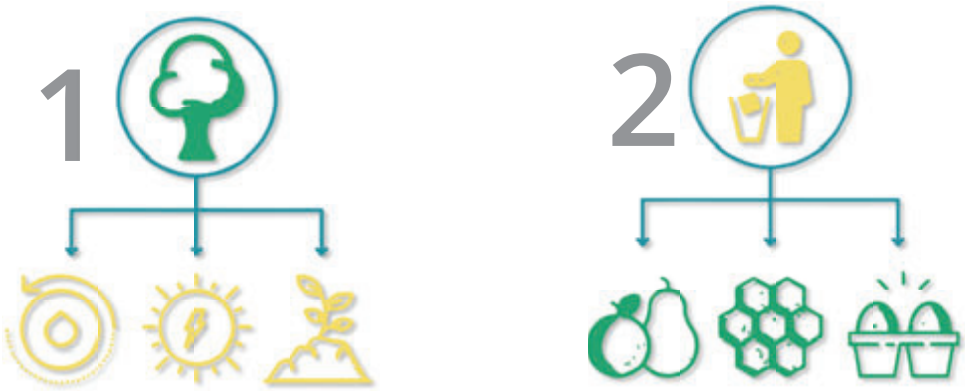
Biomimikri adalah cara baru dalam memandang alam, teori ini menilai memperkenalkan era yang tidak didasarkan pada apa yang dapat kita ekstrak dari alam, tetapi pada apa yang dapat kita pelajari darinya. [21]

ARSITEKTUR BIOMIMIKRI

Biomimikri dalam arsitektur melibatkan pembelajaran dari alam untuk merancang bangunan yang efisien dan berkelanjutan. Arsitek dapat meniru bentuk dan proses alami untuk memecahkan tantangan desain. Pendekatan ini menekankan pemahaman hubungan antara desain dan alam, seperti yang dicontohkan oleh tokoh-tokoh sejarah seperti Leonardo da Vinci dan Galileo Galilei, yang terinspirasi oleh bentuk-bentuk alami untuk memperbaiki struktur. Biomimikri tidak terbatas pada arsitektur tetapi berkembang melalui pengetahuan lintas disiplin, meningkatkan potensi inovasi dan keseimbangan ekologis dalam desain. [20]

PENERAPAN BIOMIMIKRI DALAM ARSITEKTUR

LEVEL	ORGANISM /FORM	BEHAVIOUR /PROCESS	ECOSYSTEM /SYSTEM
	A. Biomimikri dalam Bentuk dan Struktur: Jenis ini melibatkan peniruan bentuk alami dan struktur biologis untuk menciptakan desain yang efisien dan berkelanjutan. Contohnya termasuk penggunaan struktur rangka atau sarang lebah pada bangunan untuk kekuatan dan efisiensi material.	B. Biomimikri dalam Perilaku Termal dan Energi: Ini berfokus pada peniruan proses alami untuk efisiensi energi, seperti pendinginan atau pemanasan pasif yang terinspirasi oleh gundukan rayap untuk mempertahankan suhu internal yang stabil.	C. Biomimikri dalam Desain Perkotaan dan LanskXap: Dalam perencanaan perkotaan, ekosistem alami ditiru untuk menciptakan lingkungan yang tangguh dan mandiri. Contohnya termasuk mengintegrasikan koridor hijau dan sistem pengelolaan air berdasarkan lanskap alami. [20]



1 **BIOLOGI → DESAIN**

DISCOVER > EXPLORE > CREATE > EVALUATE

Produk, layanan, atau sistem baru dirancang berdasarkan model alam yang menginspirasi.

2 **CHALLENGE → BIOLOGI**

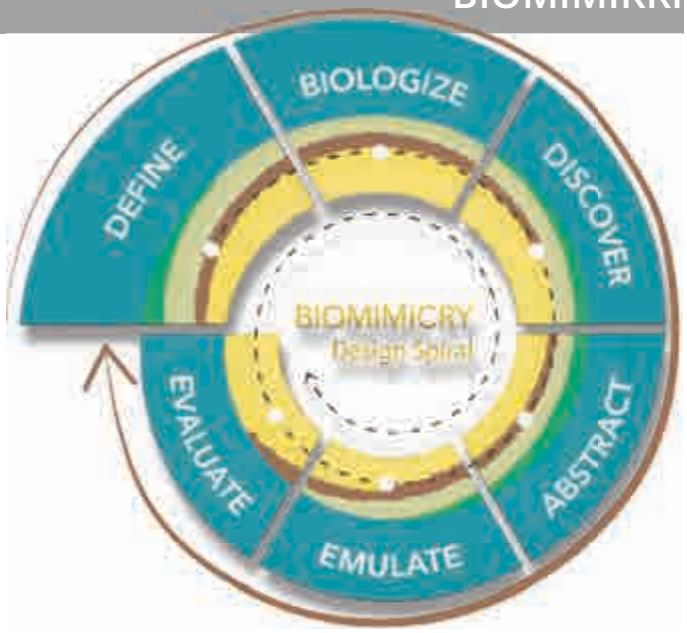
EXPLORE > DISCOVER > CREATE > EVALUATE

Tantangan desain yang ada saat ini mencari solusi dari alam.

1. **DISCOVER**
   Menemukan strategi dan mekanisme dalam biologi/desain.
2. **EXPLORE**
   Menjelajahi fungsi dan konteks dalam biologi/desain.
3. **CREATE**
   Menciptakan desain yang terinspirasi oleh organisme.
4. **EVALUATE**
   Evaluasi desain Anda menggunakan Prinsip Kehidupan.
   Hal ini dapat mengarah pada peninjauan ulang satu atau lebih dari 4 tahap sebelumnya lagi.

METODE DESAIN BIOMIMIKRI

1. **DEFINE**
   Mengidentifikasi masalah atau peluang yang ingin diatasi dengan desain.
2. **BIOLOGIZE**
   Membingkai ulang tantangan dalam konteks biologis untuk memudahkan menemukan inspirasi dari alam.
3. **DISCOVER**
   Mencari model biologis dan strategi alam untuk memperoleh inspirasi desain.
4. **ABSTRACT**
   Menerjemahkan strategi biologis ke dalam strategi desain yang dapat diterapkan.
5. **EMULATE**
   Menerapkan wawasan dari strategi desain abstrak ke dalam desain.
6. **EVALUATE**
   Evaluasi ulang desain menggunakan Prinsip Biologi.

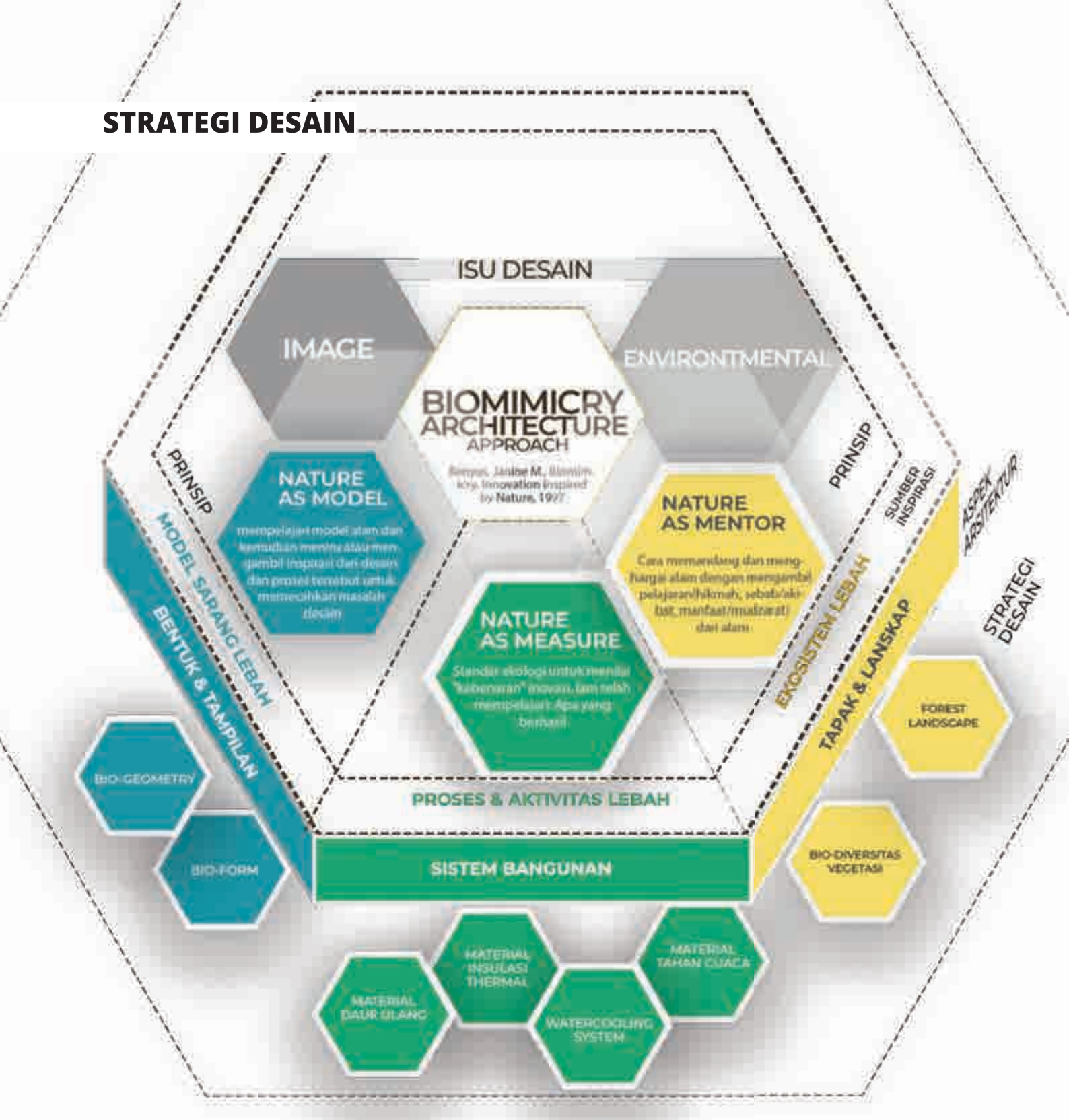


TAKSONOMI BIOMIMIKRI

Taksonomi Biomimikri adalah sistem klasifikasi yang digunakan di situs ***AskNature***(situs online dari *Biomimicry Institute* yang menyediakan inspirasi dan contoh solusi dari alam untuk diterapkan dalam desain biomimikri) untuk memudahkan pengelompokan cara organisme dan sistem alam menyelesaikan tantangan fungsional. Sistem ini mengorganisir strategi-strategi berdasarkan fungsi, sehingga manusia bisa menemukan solusi dari alam untuk masalah yang serupa. Taksonomi ini memiliki 3 tingkat hierarki: "Kelompok" di tingkat atas, "Sub-Kelompok", dan "Fungsi" di tingkat paling spesifik. Terdapat 8 kelompok utama, 30 sub-kelompok, dan lebih dari 160 fungsi yang diidentifikasi dalam sistem ini.

Highlight kuning pada diagram taksonomi di atas adalah contoh taksonomi biomimikri yang ada pada lebah dan tawon. Dari fungsi/konteks pada lebah dan tawon tersebut dapat menjadi inspirasi dalam pengaplikasian biomimikri pada desain *An-Nahl Science Techno Park.*

STRATEGI DESAIN



2

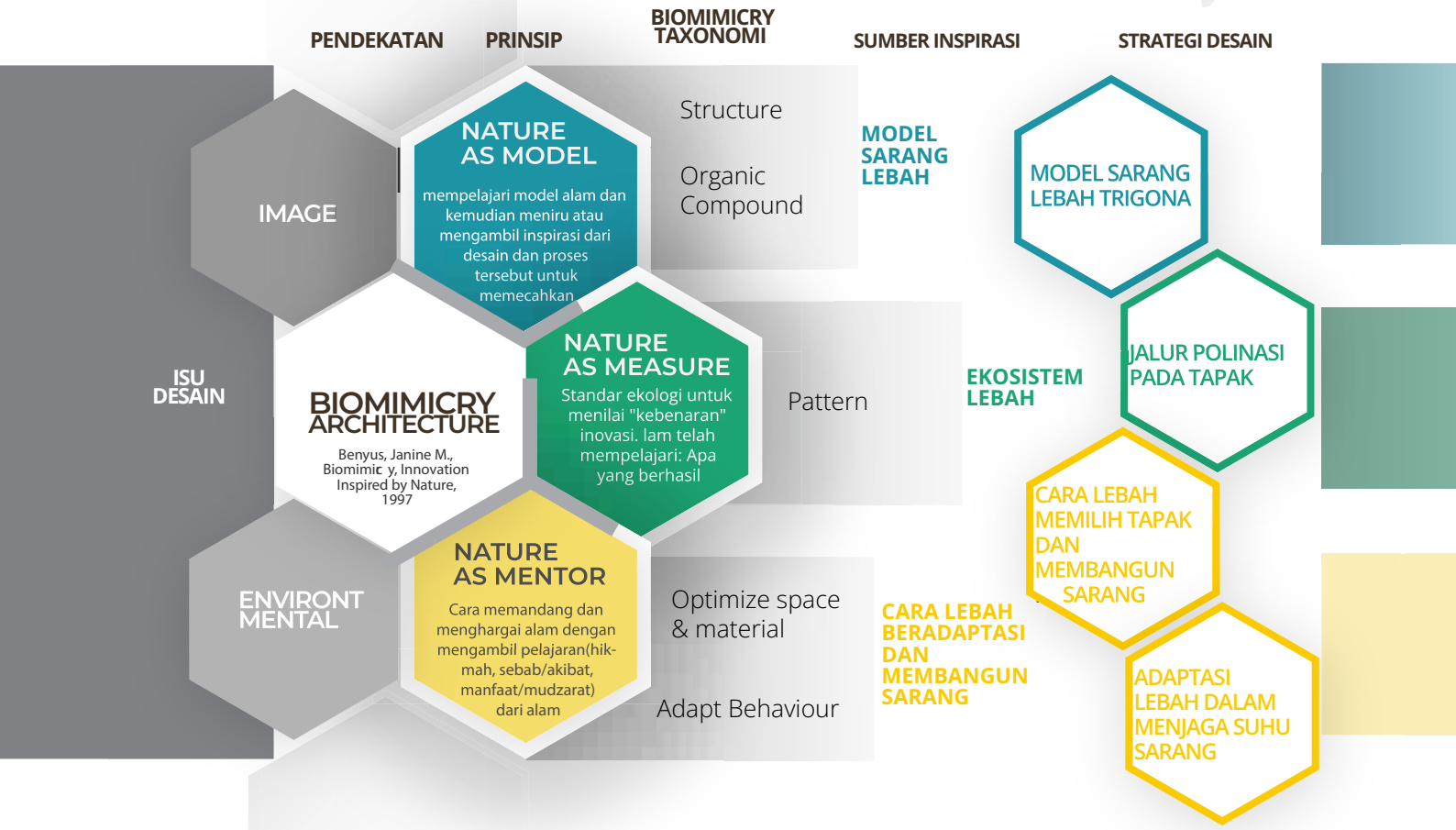
PENELUSURAN
KONSEP RANCANGAN

PROFIL PROYEK

Dalam upaya peningkatan produktivitas umkm bidang perlebahan, edukasi masyarakat tentang madu, pemenuhan kebutuhan madu nasional, serta peningkatan ekonomi desa. Pemerintah Provinsi Jawa Timur melalui Dinas Kehutanan merencanakan pembangunan Kawasan An-Nahl Science Techno Park. Kawasan ini akan menjadi pusat penelitian, edukasi, pengembangan, serta pengelolaan produksi madu dan produk lebah lainnya secara komersil. Dengan pendekatan biomimikri yang menjadikan alam sebagai model dan panduan, An-Nahl Science Techno Park diharapkan mampu meningkatkan inovasi, teknologi, dan edukasi terkait lebah madu, serta menjaga kelestarian ekosistem.

Kawasan An-Nahl Science dan Techno Park secara keseluruhan memiliki luas 100 ha berada di Desa Joho, Kecamatan Semen dan Desa Parang, Kecamatan Banyakan, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Berada di kawasan hutan produksi yang memiliki bentang alam yang masih alami dengan lahan berkontur dan berbatasan dengan pemukiman, hutan pinus, hutan lindung, sungai dan sumber mata air. Area yang akan dibangun terbagi menjadi 3 zona yang terpisah oleh ladang ternak madu. Kondisi tapak tersebut menjadi tantangan dalam perancangan dengan harus mempertimbangkan aspek regulasi, arsitektur, dan lingkungan.

Skema Pendekatan



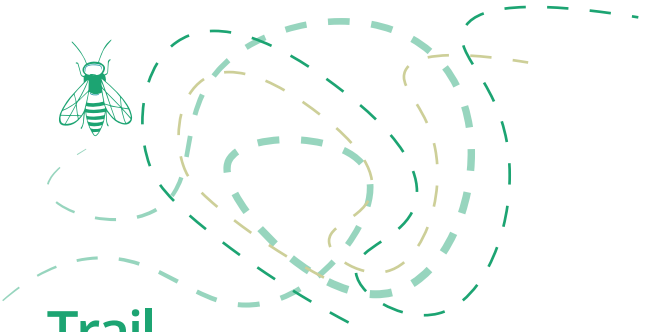
KONSEP DASAR

Dengan pendekatan biomimikri yang menjadikan alam sebagai sumber dalam menyelesaikan isu desain, Kehidupan lebah menjadi sumber utama dalam memembentuk konsep dasar. Apa yang dilakukan lebah mulai membangun sarang, berinteraksi dengan alam serta membuat produk unggulannya berupa madu menjadi inspirasi dalam konsep desain

"Be a Bee"

Hive

Lebah memiliki kemampuan untuk membangun ruang. Sarang Lebah (*Hive*) menjadi model inspirasi melalui pendekatan biomimikri yang dapat diterapkan dalam desain.



Trail

Lebah dalam mobilitasnya mengikuti persebaran mekarnya bunga-bunga pada tanaman. Jalur alami lebah ini menjadi ukuran/aturan dalam desain, sehingga arsitektur bisa beradaptasi terhadap jalur alami lebah

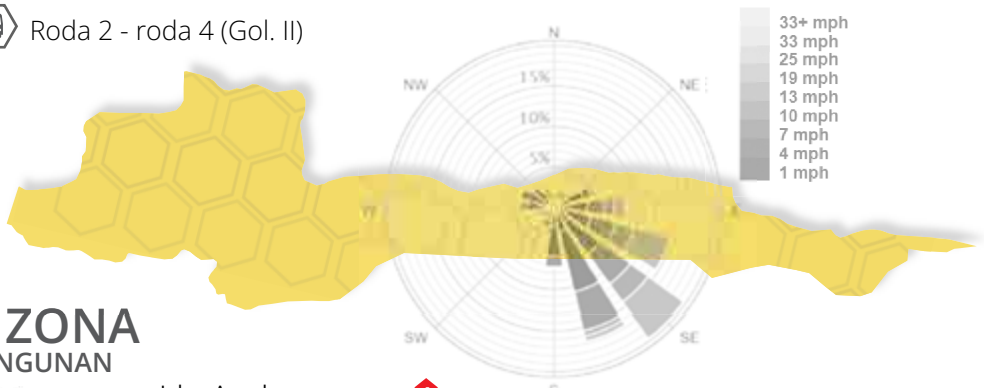
Way

Lebah memiliki cara dalam upaya bertahan hidup. Beberapa cara yang dilakukan lebah menjadi inspirasi dalam desain

DATA TAPAK

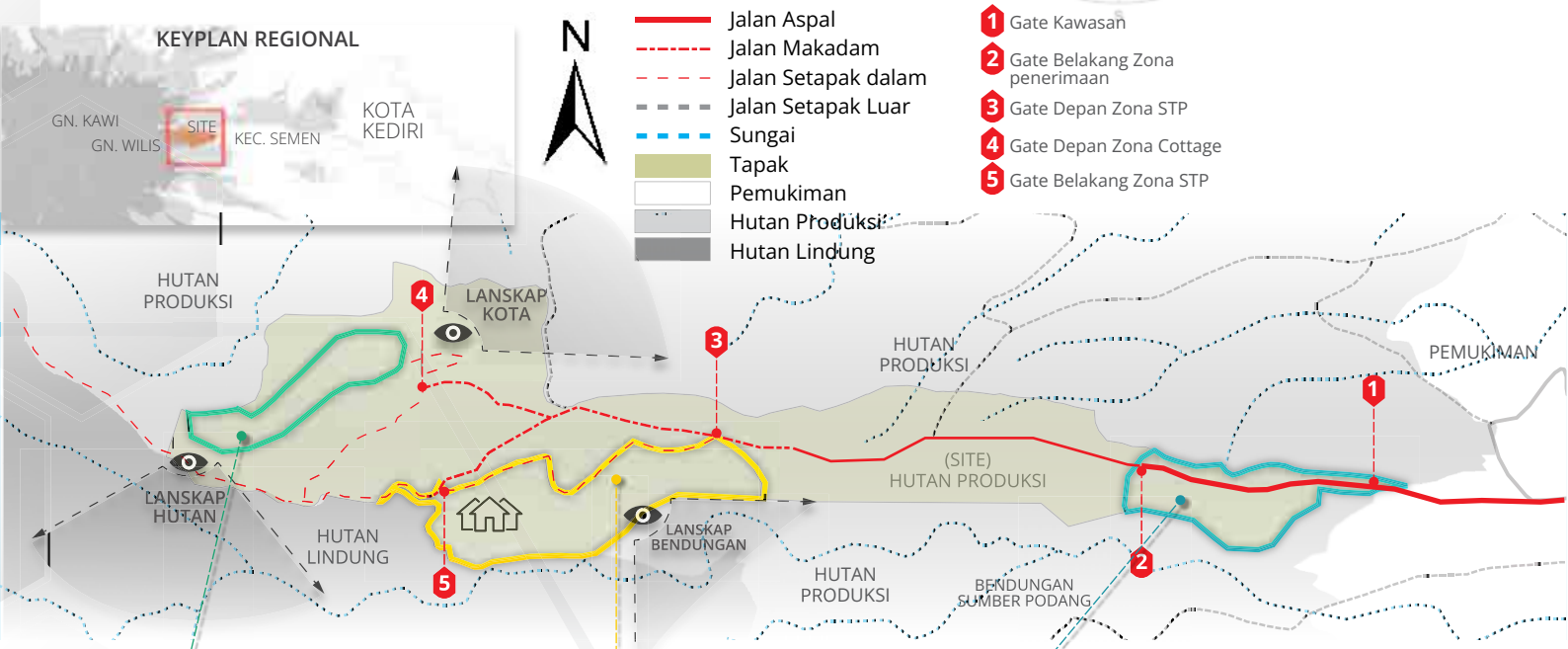
- Latosol
- 567-1100 mdpl
- x̄ Agak Curam
- 73% Bebatuan Besar
- Aliran Sumber Air
- Drainase alami

- 159 mm/bulan
- 20°C - 29°C
- 65 % - 85 %
- 20 Menit - Pusat kota
- Roda 2 - roda 4 (Gol. II)



ANALISIS POTENSI ZONA

BERDASARKAN RENCANA PEMBANGUNAN



3 ZONA COTTAGE & WISATA

Area tertinggi dengan Kemiringan lahan datar dan view terbaik namun akses jalan paling curam dan tidak dapat diakses kendaraan

Akses pengunjung menggunakan Shuttle Bus

2 3 4

2 ZONA SCIENCE TECHNO PARK

Area eksisting tempat pembibitan dan perlebahan. Memiliki kerapatan vegetasi paling rendang, kemiringan lahan cukup curam namun tetap mudah diakses

Akses Pengelola

2 3 5

Akses pengunjung menggunakan Shuttle Bus

2 3 5

1 ZONA PENERIMAAN

Area Penerimaan direncanakan sebagai area parkir utama dan terminal shuttle bus. Kemiringan lahannya, landai namun tidak memungkinkan karena memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi

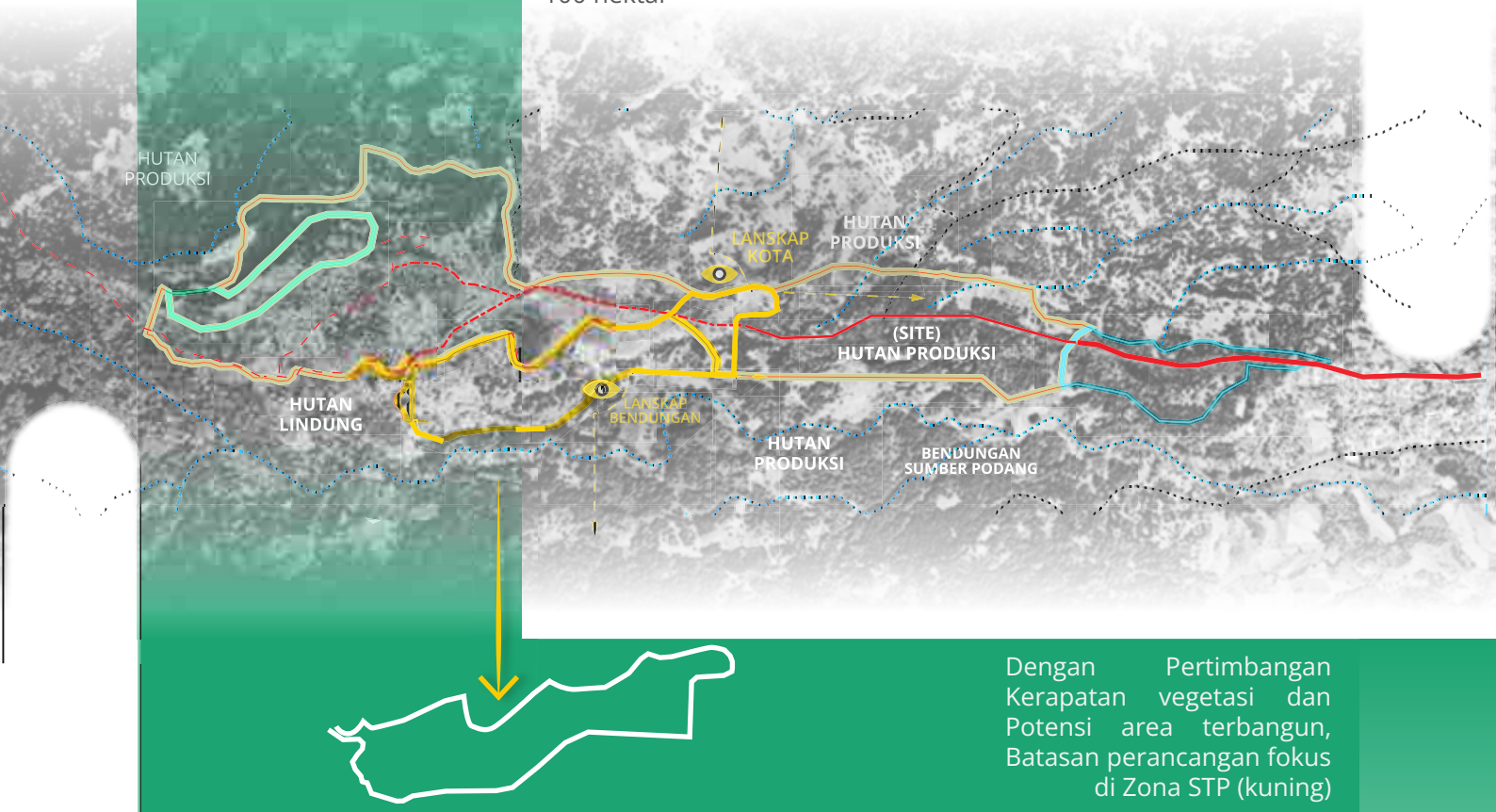
Akses Kendaraan Umum Terbuka untuk publik

1 2

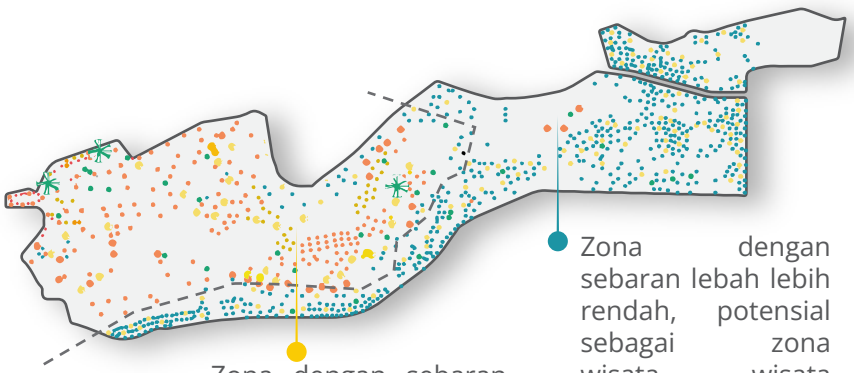
NATURE AS MEASURE

Analisis kerapatan vegetasi dilakukan untuk menentukan zona perancangan dari kawasan 100 hektar

Semakin rapat vegetasi, semakin tampak gelap pada peta



Dengan Pertimbangan Kerapatan vegetasi dan Potensi area terbangun, Batasan perancangan fokus di Zona STP (kuning)



Zona dengan sebaran lebah tertinggi, Potensial sebagai zona produksi, penelitian, dan pengembangan perlebahan

Zona dengan sebaran lebah lebih rendah, potensial sebagai zona wisata, wisata edukasi, dan zona kegiatan publik

FUNGSI VEGETASI

Sumber Resin
Pinus
Nangka

Pengusir Hama
Cengkeh

Sumber Pollen
Flamboyan
Kepel
Trembesi
Nangka

Sumber Nektar
Kaliandra
Mahoni daun kecil
Sonokembang
Johar
Rambutan

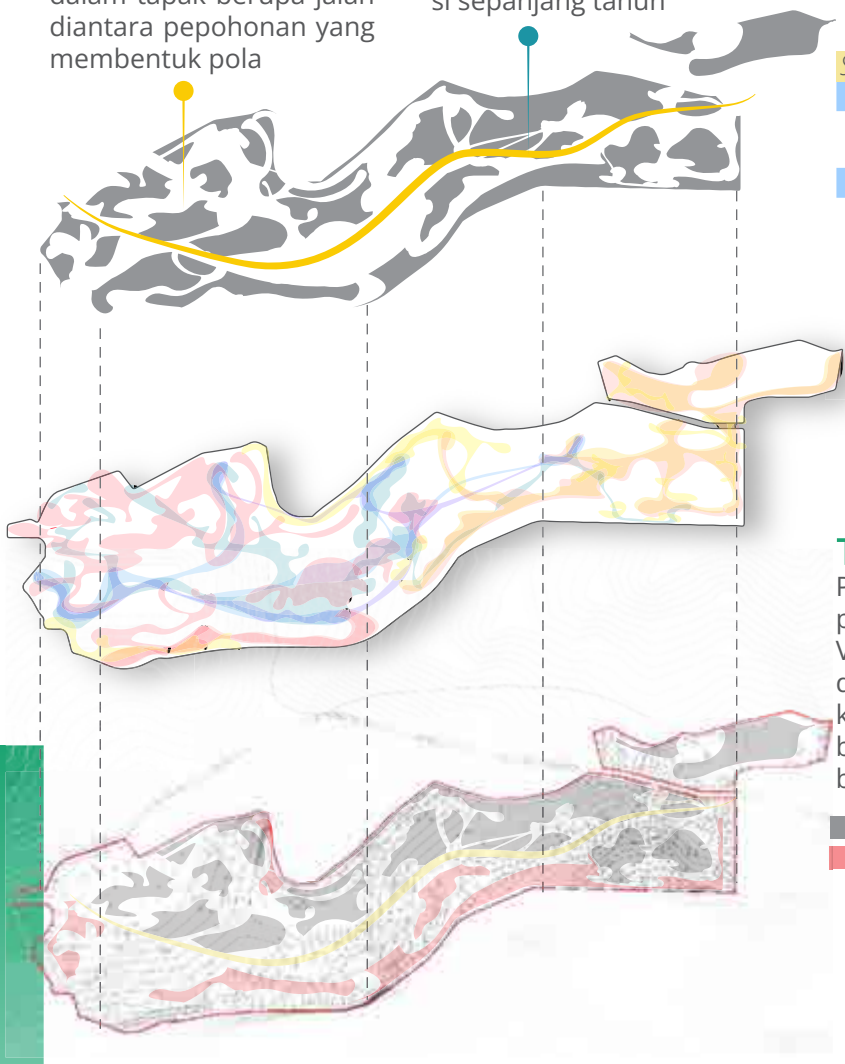
Sumber Nektar & Pollen
Belimbing
Kelengkeng
Mundu
Randu
Sengon

JALUR POLINASI

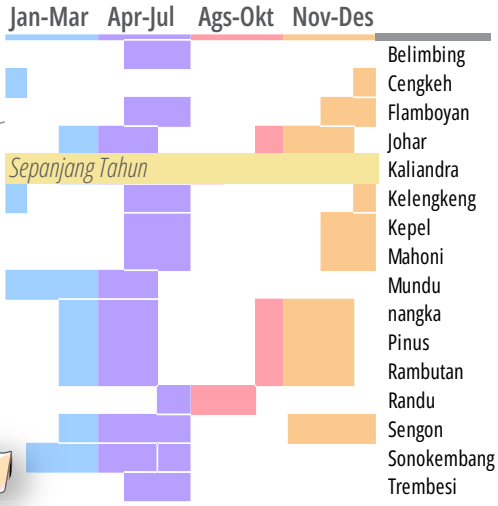
Jalur penyerbukan lebah terhadap bunga sekaligus jalur lebah mencari nektar. Jalur ini menjadi pertimbangan dalam menentukan potensi area terbangun.

Potensi sirkulasi utama dalam tapak berupa jalan diantara pepohonan yang membentuk pola

Potensi area terbangun dibentuk oleh sisa ruang dari gabungan jalur polinasi sepanjang tahun



BULAN BERBUNGA



TINJAUAN ULANG

Potensi area terbangun hanya mempertimbangkan vegetasi berbunga. Vegetasi yang bukan sumber pollen dan nektar ditinjau ulang dan dilakukan eliminasi terhadap area yang berpotensi merusak vegetasi tersebut

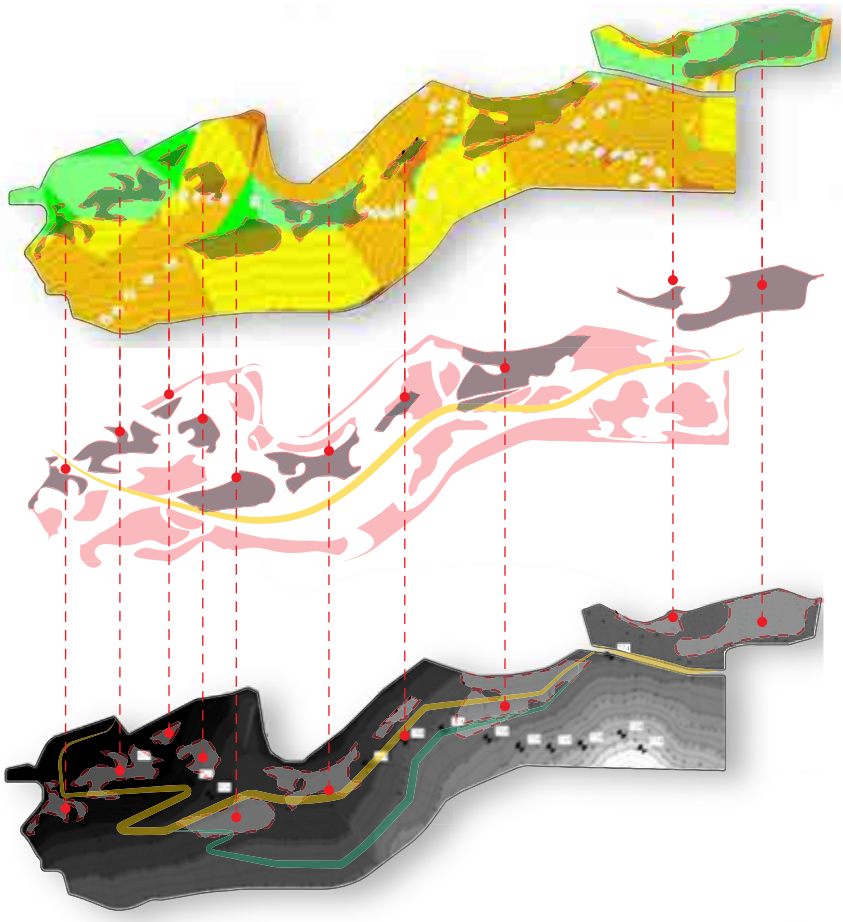
Potensi Area Terbangun
Area Tereliminasi

POTENSI AREA

Potensi area terbangun dilakukan analisis berdasarkan kemiringan lahan dan sirkulasi utama pada tapak

0-8%	Datar
8-15%	Landai
15-25%	Agak Curam
25-45%	Curam

Potensi Area Terbangun
Area Tereliminasi



SIRKULASI UTAMA

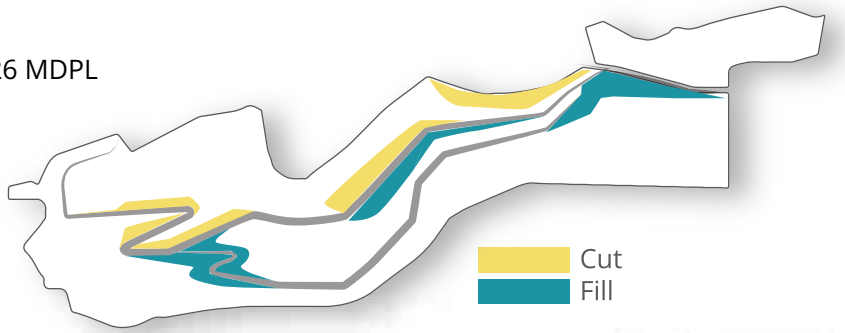
Sirkulasi Utama pada tapak dianalisis ulang berdasarkan elevasi lahan. Asksesibilitas yang baik dalam menentukan sirkulasi utama ditinjau dari perbedaan elevasi di setiap titik(node) berdasarkan posisi area potensial kemudian dihubungkan oleh jalur(path) dengan kemiringan diatas 1/12

Jalur Utama
Jalur Alternatif

701 826 MDPL

CUT & FILL

Potensi area terbangun yang dihubungkan melalui jalur utama dan alternatif membutuhkan penimbunan (fill) dan pengurangan (cut) tanah. *Cut & Fill* bertujuan untuk mengurangi kemiringan pada area yang berpotensi dibangun



DRAINASE

Drainase alami di permukaan tanah mengikuti arah kemiringan lereng. Drainase alami terpusat di pertemuan lereng dengan arah kemiringan yang berbeda

STRUKTUR TAPAK

Adanya cut dan fill membutuhkan kekuatan struktur dinding penahan tanah dan pengolahan lahan berupa terasiring

Retaining wall
Drainase alami

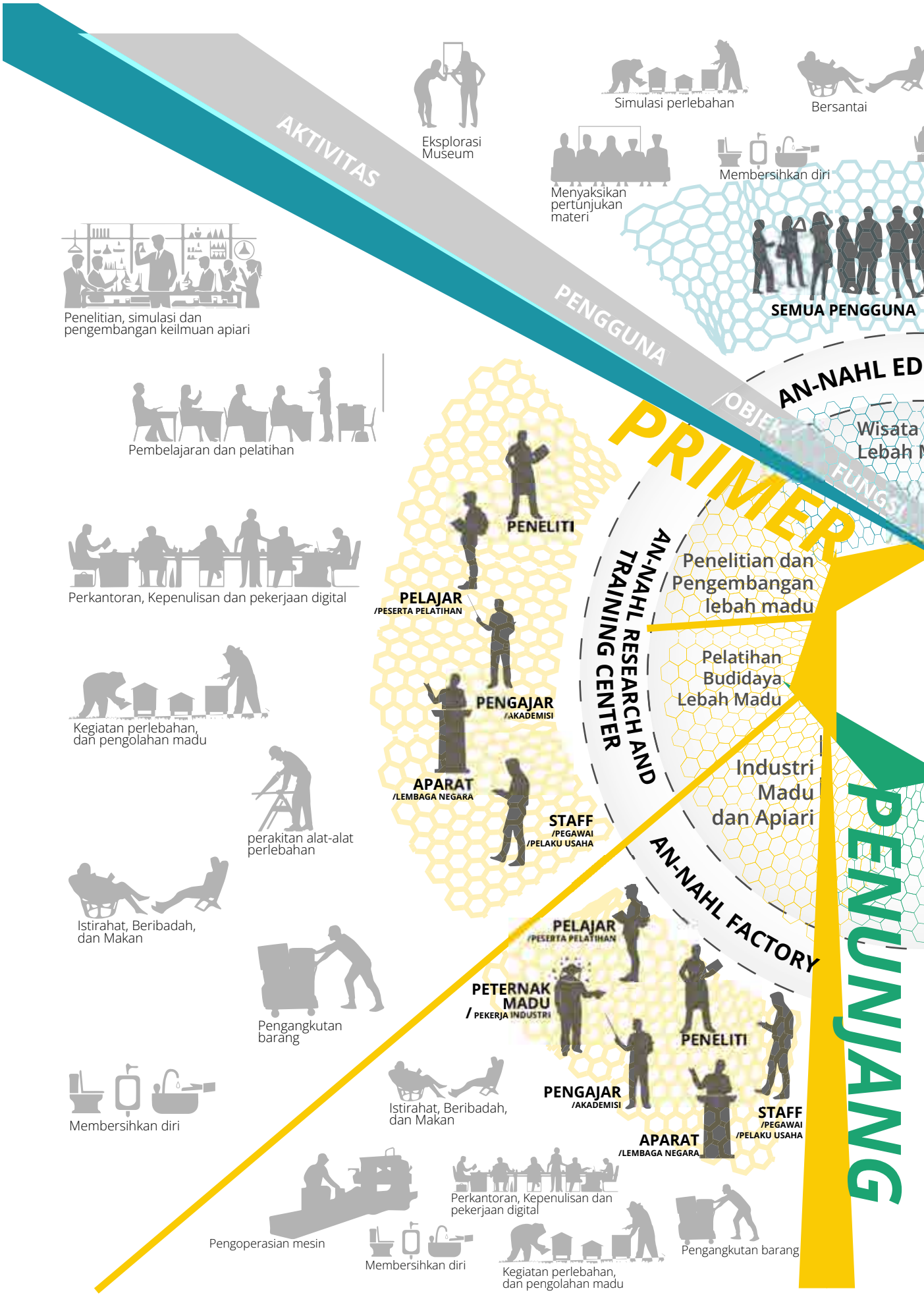
NATURE AS MEASURE

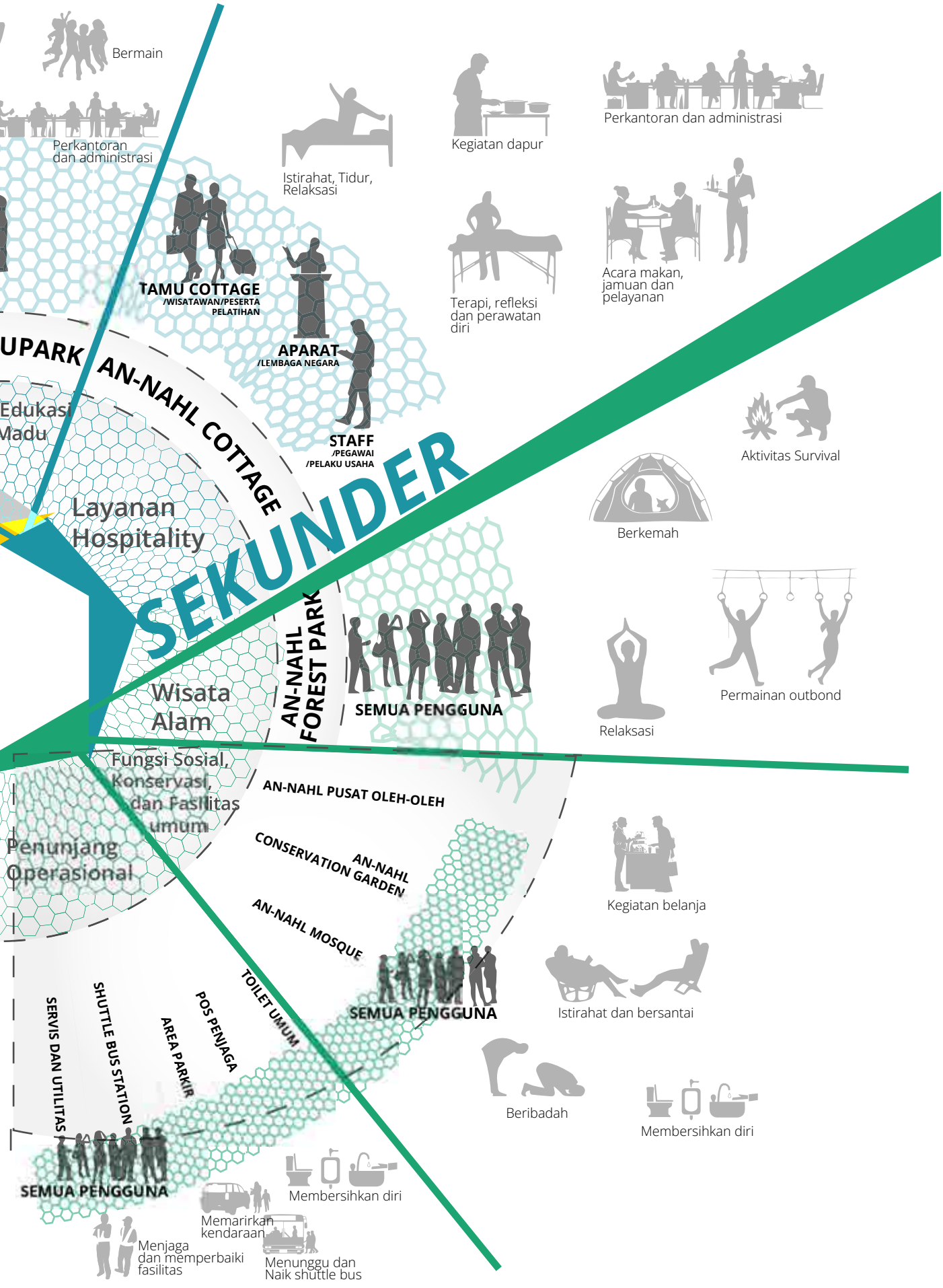
APIS MELIFERA

APIS CERANA

MELIPONA

Aspek	Lebah Madu Eropa	Lebah Madu Asia	Lebah Tanpa Sengat (tropis)
Ukuran Lebah	Lebih besar	Sedang	Kecil
Produksi Madu	Tinggi (20–40 kg/sarang/tahun)	Sedang (5–10 kg/sarang/tahun)	Rendah (0,5–1 kg/sarang/tahun)
Sifat Agresivitas	Jinak	Agresif	Sangat jinak
Adaptasi Lingkungan Tapak	Baik di iklim sedang, Membutuhkan Stup(kotak lebah) untuk bersarang	Baik di iklim tropis dan subtropis. Membutuhkan tempat tertutup untuk bersarang (tidak harus stup)	Sangat baik di iklim tropis, dapat bersarang di setiap celah tertutup
Daya Tahan Penyakit di Iklim Tropis	Rentan (terutama terhadap varroa). Membutuhkan perawatan berkala. Sarang mudah diakses oleh peternak	Sangat tahan, memiliki perilaku yang menjaga higienisnya sarang	Tahan, berada di habitat aslinya(iklim tropis). Memiliki sarang propolis yang melindungi dari penyakit
Skala Sumber Pakan	Membutuhkan pakan melimpah, sarang didekatkan dengan sumber melimpah seperti vegetasi pohon	Bisa bertahan dengan pakan terbatas, sarang didekatkan dengan sumber pakan yang cukup	Adaptif, memanfaatkan resin dan polen, produksi rendah, tidak bergantung pada sumber pakan melimpah.
Konstruksi Sarang	Rapi, terstruktur dengan lilin	Rapi, serupa dengan A. mellifera	Tidak beraturan, melibatkan propolis
Habitat Sarang	Kotak stup modern	Batang pohon, atap rumah, atau stup	Lubang pohon, tanah, celah batu
Kemudahan Beternak	Jumlah produksi terkontrol, membutuhkan perawatan intens.	Jumlah produksi terkontrol, mudah migrasi mengikuti arah angin, membutuhkan sarang jebakan untuk mencegah hilangnya koloni	Jumlah produksi tidak dapat dikontrol, tidak membutuhkan perawatan intens
Umur Lebah Pekerja	±6 minggu	±4–6 minggu	±5–6 minggu
Jumlah Stup/koloni	40-100 stup	±100 stup/hektar	200 stup
Skala Peternakan	Skala besar, intensif	Skala kecil hingga menengah	Skala kecil, hobi, edukasi

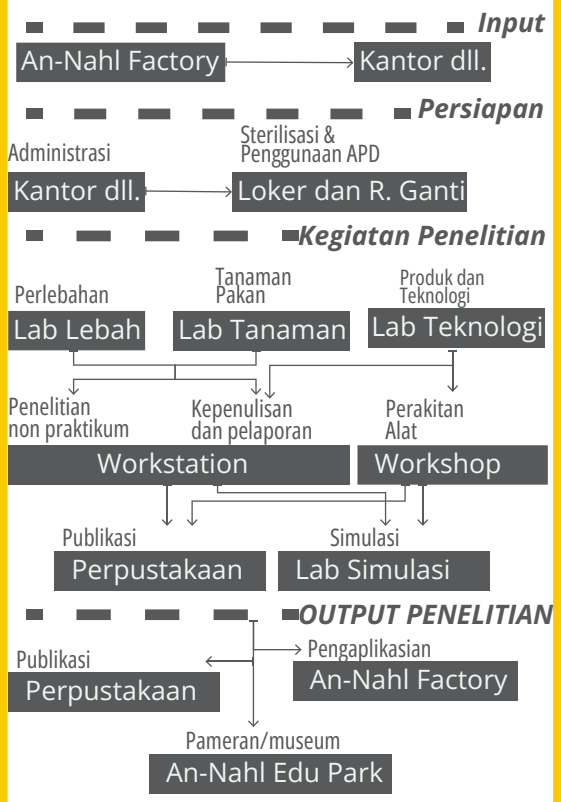

AKTIVITAS
PENGGUNA
/OBJEK
FUNGSI
Eksplorasi Museum
Simulasi perlebahan
Bersantai
Menyaksikan pertunjukan materi
Membersihkan diri
SEMUA PENGGUNA
Penelitian, simulasi dan pengembangan keilmuan apiari
Pembelajaran dan pelatihan
Perkantoran, Kepenulisan dan pekerjaan digital
Kegiatan perlebahan, dan pengolahan madu
perakitan alat-alat perlebahan
Istirahat, Beribadah, dan Makan
Pengangkutan barang
Membersihkan diri
Pengoperasian mesin
Istirahat, Beribadah, dan Makan
Perkantoran, Kepenulisan dan pekerjaan digital
Membersihkan diri
Kegiatan perlebahan, dan pengolahan madu
Pengangkutan barang
PRIMER
PENUNJANG
AN-NAHL ED
Wisata Lebah
AN-NAHL RESEARCH AND TRAINING CENTER
Penelitian dan Pengembangan lebah madu
Pelatihan Budidaya Lebah Madu
AN-NAHL FACTORY
Industri Madu dan Apiari
PENELITI
PELAJAR /PESERTA PELATIHAN
PENGAJAR /AKADEMISI
APARAT /LEMBAGA NEGARA
STAFF /PEGAWAI /PELAKU USAHA
PETERNAK MADU / PEKERJA INDUSTRI


Bermain
Perkantoran dan administrasi
Istirahat, Tidur, Relaksasi
Kegiatan dapur
Perkantoran dan administrasi
TAMU COTTAGE
/WISATAWAN/PESERTA PELATIHAN
APARAT
/LEMBAGA NEGARA
Terapi, refleksi dan perawatan diri
Acara makan, jamuan dan pelayanan
UPARK
AN-NAHL COTTAGE
Edukasi
Madu
STAFF
/PEGAWAI
/PELAKU USAHA
Aktivitas Survival
Layanan Hospitality
SEKUNDER
Berkemah
AN-NAHL FOREST PARK
SEMUA PENGGUNA
Permainan outbond
Relaksasi
Wisata Alam
Fungsi Sosial, Konservasi, dan Fasilitas umum
AN-NAHL PUSAT OLEH-OLEH
Penunjang Operasional
AN-NAHL CONSERVATION GARDEN
AN-NAHL MOSQUE
Kegiatan belanja
SEMUA PENGGUNA
Istirahat dan bersantai
TOILET UMUM
POS PENJAGA
AREA PARKIR
SHUTTLE BUS STATION
SERVIS DAN UTILITAS
Beribadah
Membersihkan diri
SEMUA PENGGUNA
Membersihkan diri
Memarirkan kendaraan
Menjaga dan memperbaiki fasilitas
Menunggu dan Naik shuttle bus

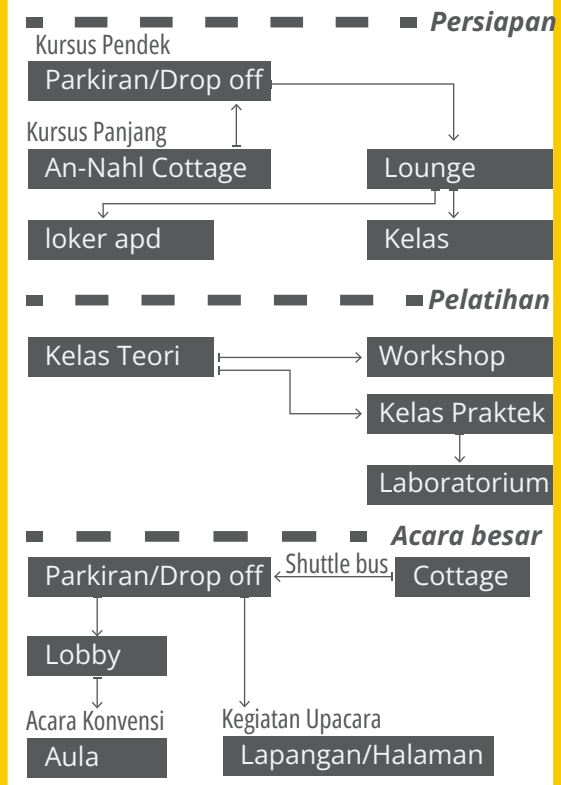
SISTEM AKTIVITAS

AN-NAHL RESEARCH AND TRAINING CENTER

PENELITIAN

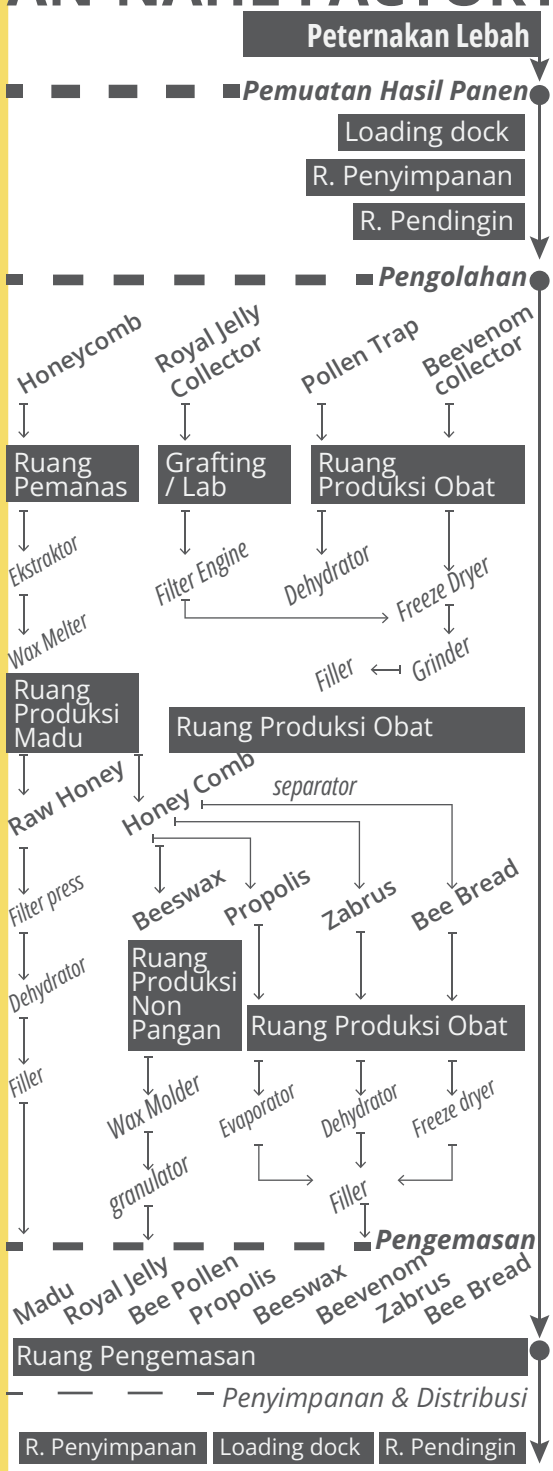


PELATIHAN



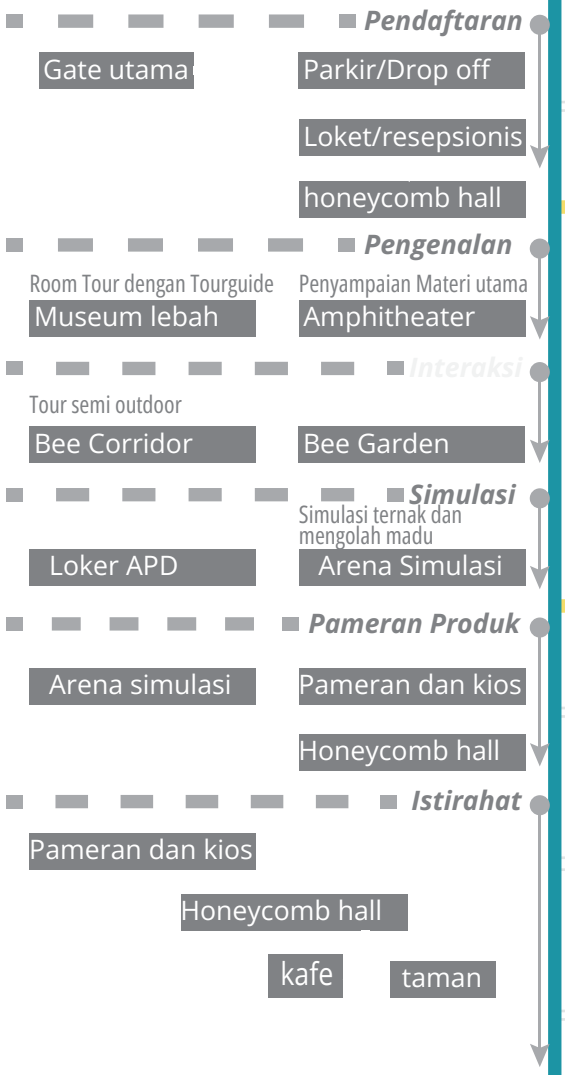
SISTEM AKTIVITAS

AN-NAHL FACTORY

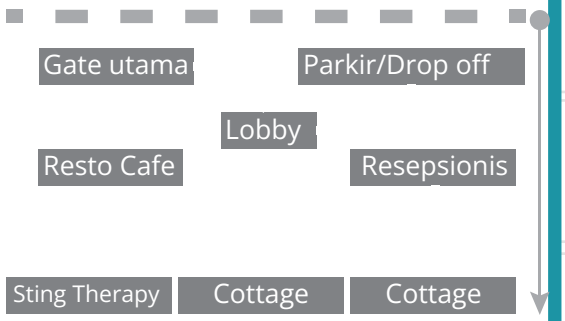


SISTEM AKTIVITAS

AN-NAHL EDU PARK

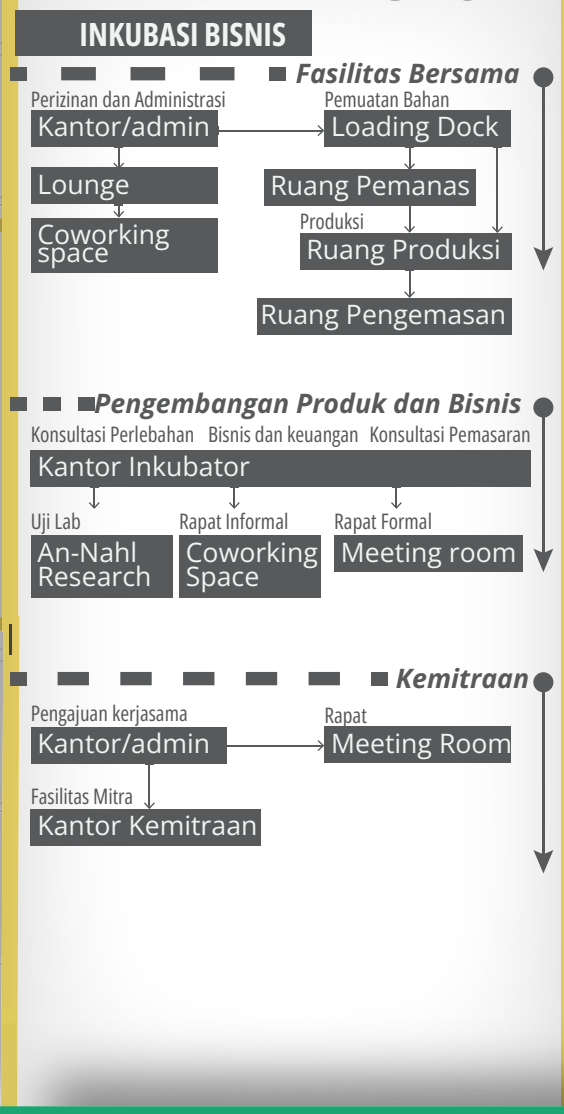


AN-NAHL COTTAGE



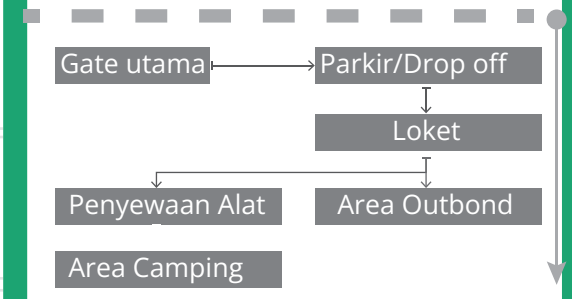
SISTEM AKTIVITAS

AN-NAHL FACTORY



SISTEM AKTIVITAS

AN-NAHL FOREST PARK

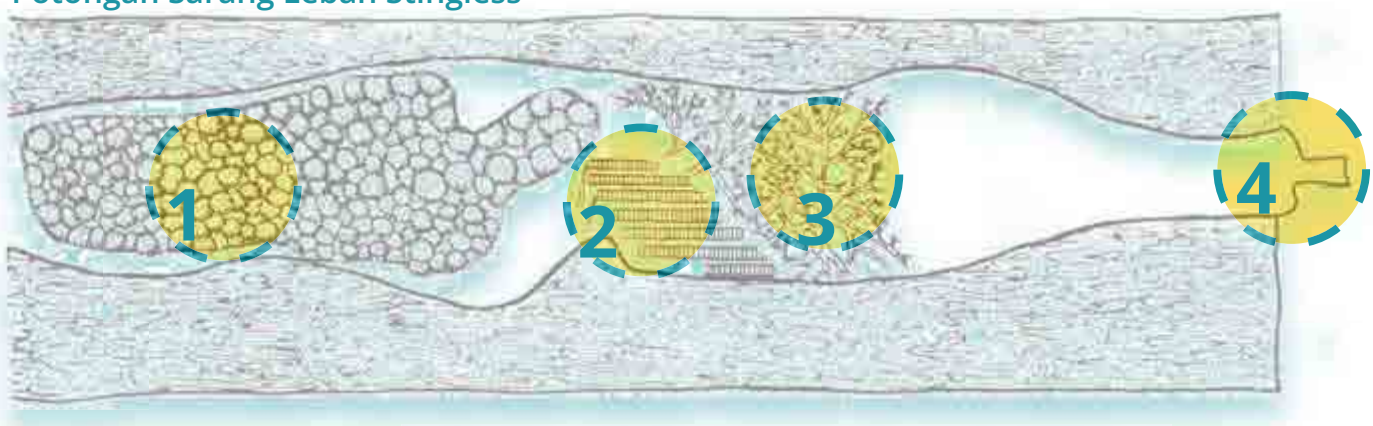


NATURE AS MODEL

ANALISIS
BENTUK

Lebah stingless, atau lebah tanpa sengat (klanceng/kelulut)(*Trigona spp. dan Meliponini spp.*) merupakan spesies lebah yang memiliki populasi terbesar di iklim tropis seperti Indonesia, namun paling sedikit dilakukan penelitian. Hal ini menjadi inspirasi dan motivasi untuk dikembangkan melalui konsep bentuk pada arsitektur An-Nahl Science Techno Park Hal. Salah satu aspek paling menarik dari lebah ini adalah keunikan sarangnya, yang mencerminkan adaptasi luar biasa mereka terhadap lingkungan. Tidak seperti lebah madu biasa yang membuat sarang berbentuk sisir heksagonal di dalam kotak kayu atau pohon, lebah stingless menciptakan sarang yang organik, asimetris, dan artistik.

Potongan Sarang Lebah Stingless



1

Pot Madu dan Polen

Lebah stingless menyimpan madu dan polen secara ekstra dalam pot kecil berbentuk bulat atau oval untuk menjaga kualitas madu di iklim tropis yang lembap dan karena koloni yang sedikit, sehingga produksinya tidak semasif lebah madu.

2

Ruang Telur

Modul ruang telur hexagon menjadi modul paling efisien. Modul ini terbentuk dari lelehan lilin yang mengikuti dimensi bentuk tubuh lebah (silinder). Kemudian mengeras menjadi hexagon. Modul tersebut disusun secara zig-zag dengan pola susunan yang bermacam-macam

3

Lapisan Pelindung

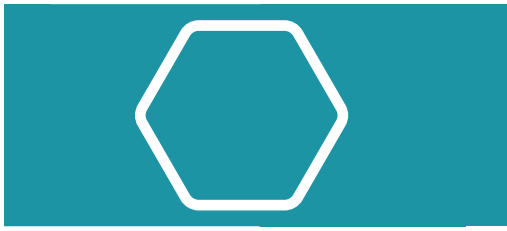
Involucrum/lapisan pelindung berbentuk membran-membran organik berbahan cerumen (campuran lilin, dan propolis). Lapisan Pelindung ini mampu menjaga suhu dan kelembapan dalam sarang, melindungi sarang dari mikroba, dan juga menjadi struktur pembentuk sarang

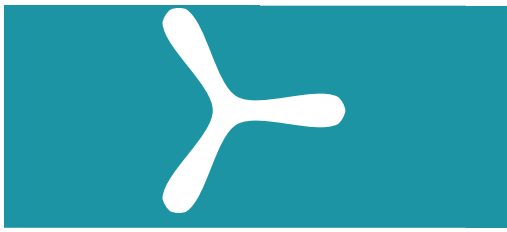
4

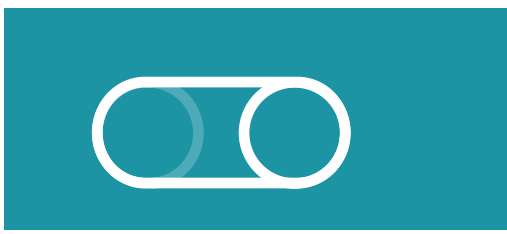
Lubang Masuk

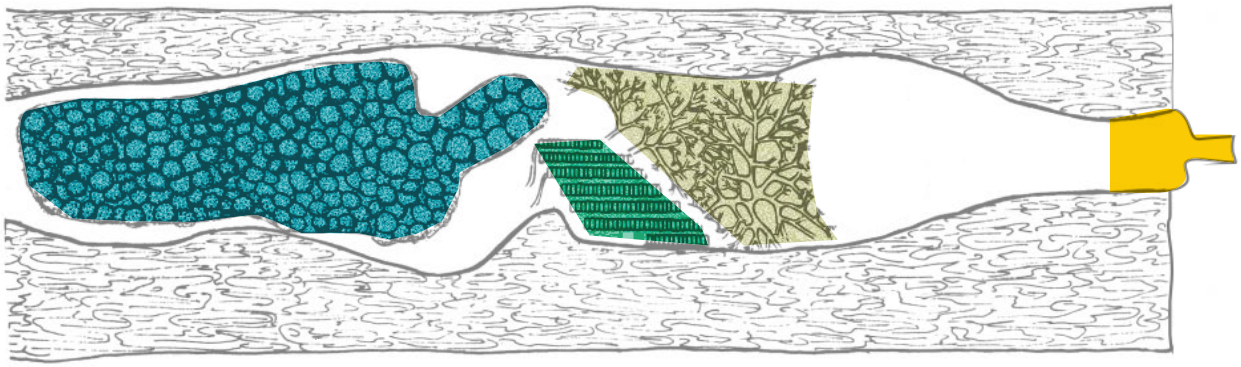
Lubang masuk lebah stingless umumnya berbentuk silinder bengkok dan berbahan cerumen. Panjangnya menyesuaikan kedalaman lubang tempat bersarang. Lubang ini berfungsi sebagai tempat lebah penjaga menjaga sarang, menutup sarang, dan thermoregulator.

Bentuk Dasar









Zonasi Sarang

Bentuk hexagon seperti ruang telur berada di zona Research and Training mencerminkan Pengembangan dan pelestarian apiari

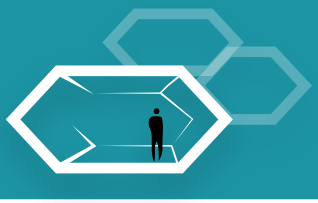
Bentuk pot madu berada di zona factory yang sama sama mencerminkan kegiatan produksi madu

Bentuk lapisan pelindung berada di Zona Edu Park yang mencerminkan batas untuk akses pengguna umum menuju akses khusus

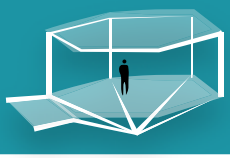
Lubang masuk mencerminkan area publik sebelum masuk ke dalam area utama. Pada tapak menjadi zona entrance yang terdiri dari fasilitas hospitality.

Penerapan Bentuk
Pada Massa Bangunan

Bentuk Bola diterapkan pada Bee house. Memiliki 3 modul ukuran mengikuti bilangan fibonancy seperti pada jumlah keturunan pada perkembangbiakan lebah

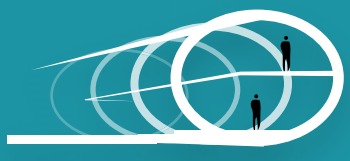


Secara vertikal diterapkan pada bangunan-bangunan utama. Hexagon alas datar untuk bangunan besar hexagon alas lancip untuk bangunan cottage



Bentuk hexagon secara horizontal juga diterapkan pada bee house

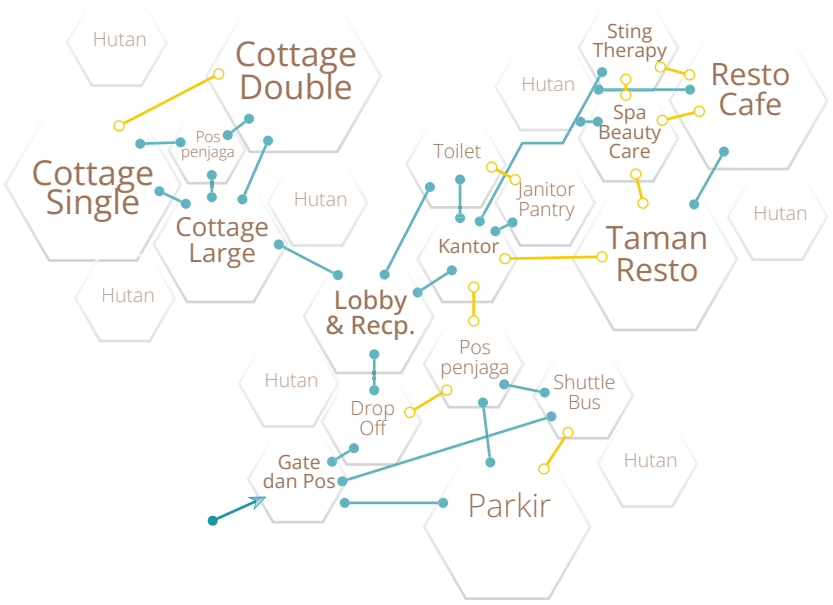
Bentuk organik bercabang diterapkan pada sirkulasi koridor sky bridge pada zona Edu park



Bentuk lubang masuk lebah menjadi building code untuk bangunan gapura. dan khusus untuk bangunan restoran yang secara simbol berada di zona entrance

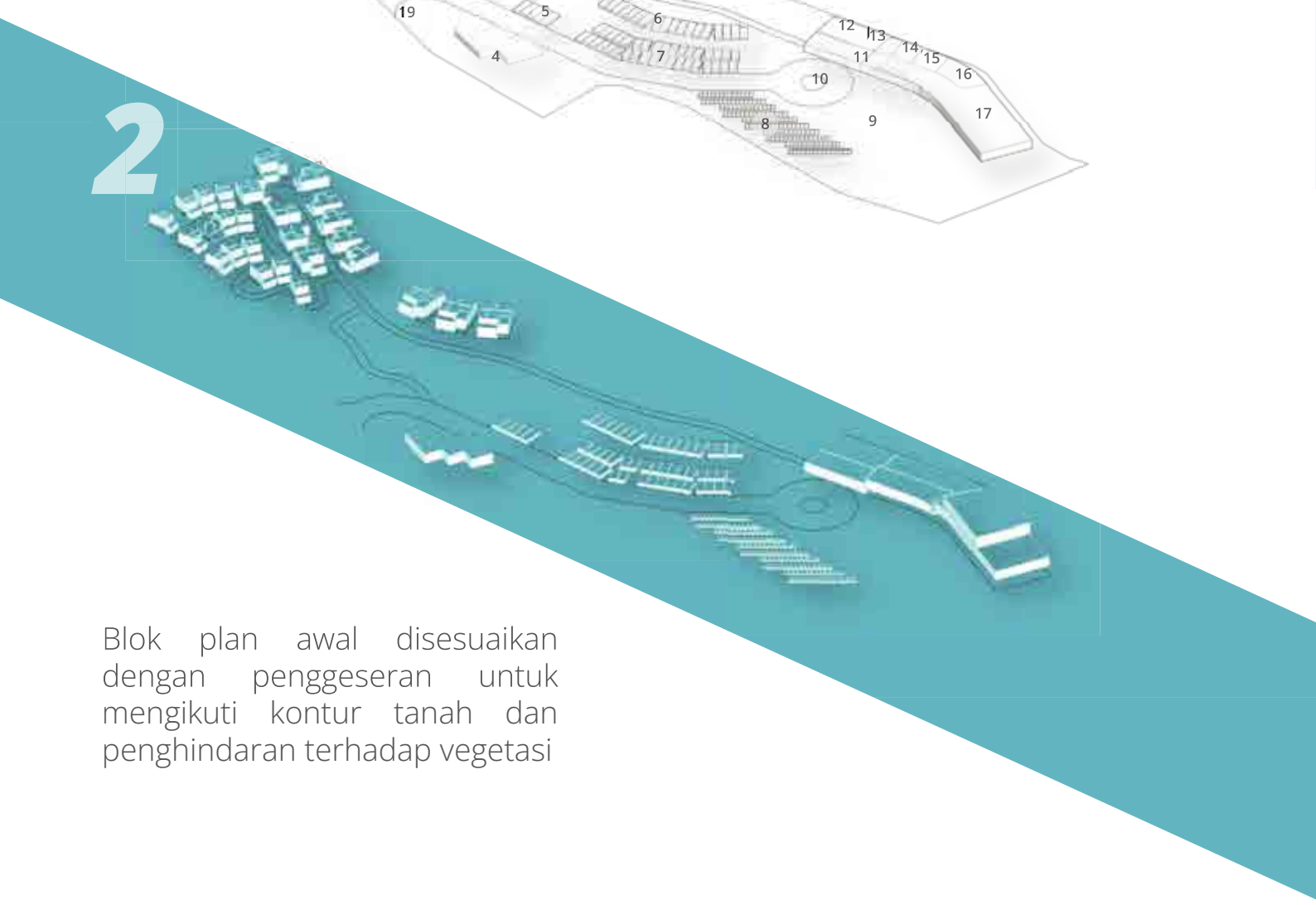
RUANG DAN BENTUK

	RUANG	LUAS (m²)
1	Cottage Single	1206
2	Cottage Double	1787,07
3	Cottage Large	1012,5
4	Hutan Pinus	
5	Parkir Shutlle Bus	175
6	Parkir mobil besar	525
7	Parkir mobil	525
8	Parkir Motor	720
9	Taman Resto	
10	Drop off	12
11	Lobby dan resepsionis	119
12	Kantor	286,75
13	Janitor dan Pantry	16
14	Toilet	146,4
15	Spa Beauty care	59,28
16	Sting Therapy	90,3
17	Resto & Cafe	576
18	Pos Penjaga	27
19	Gate dan Pos	24



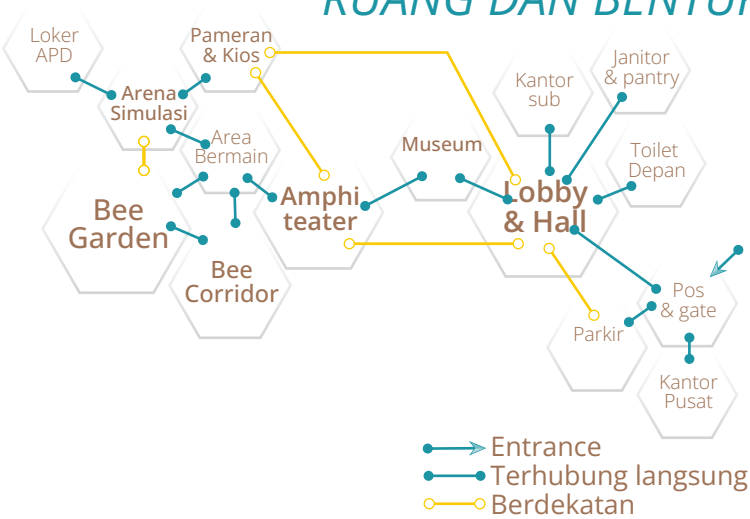
1

2

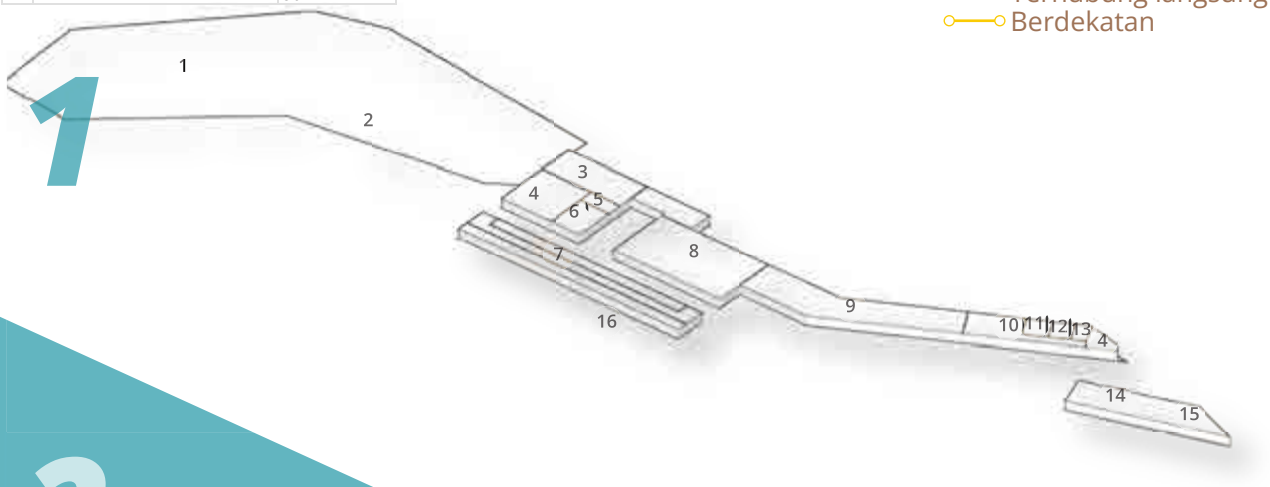


Blok plan awal disesuaikan dengan penggeseran untuk mengikuti kontur tanah dan penghindaran terhadap vegetasi

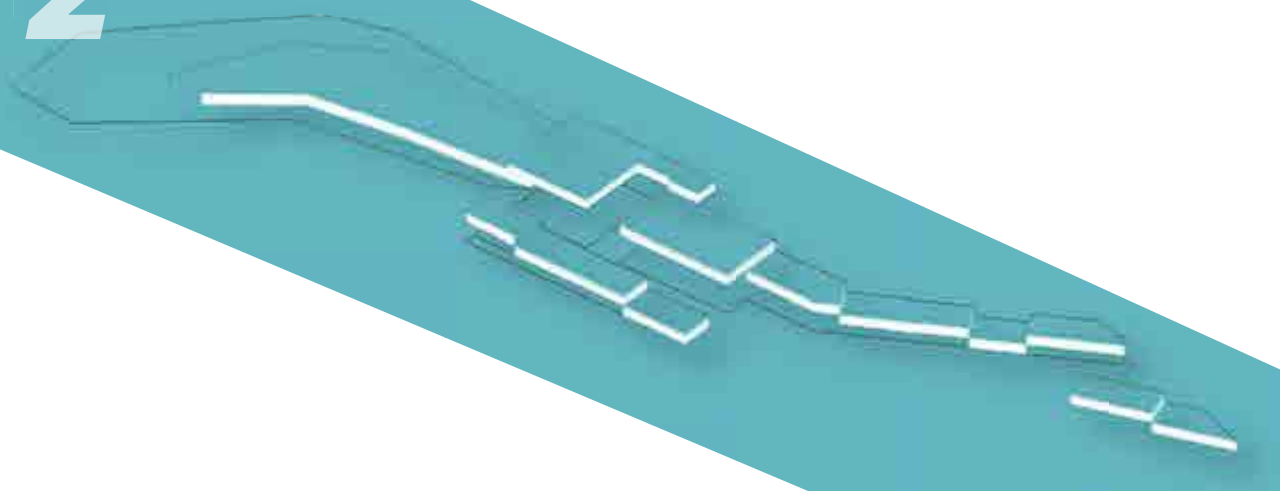
	RUANG	LUAS (m²)
1	Bee Garden	
2	Bee Corridor	200v
3	Area bermain	180
4	Arena Simulasi	128
5	Toilet	36,6
6	Loker dan Penyewaan APD	62,16
7	Pameran Dan Kios Oleh-Oleh	180
8	Amphiteater	291,81
9	Museum Lebah Madu	520
10	Lobby dan hall	125,8
11	Kantor sub	35,2
12	Janitor dan Pantry	12
13	Toilet Depan	12
14	Pos dan Gate	12
15	Kantor Pusat	150
16	Parkir	80



1

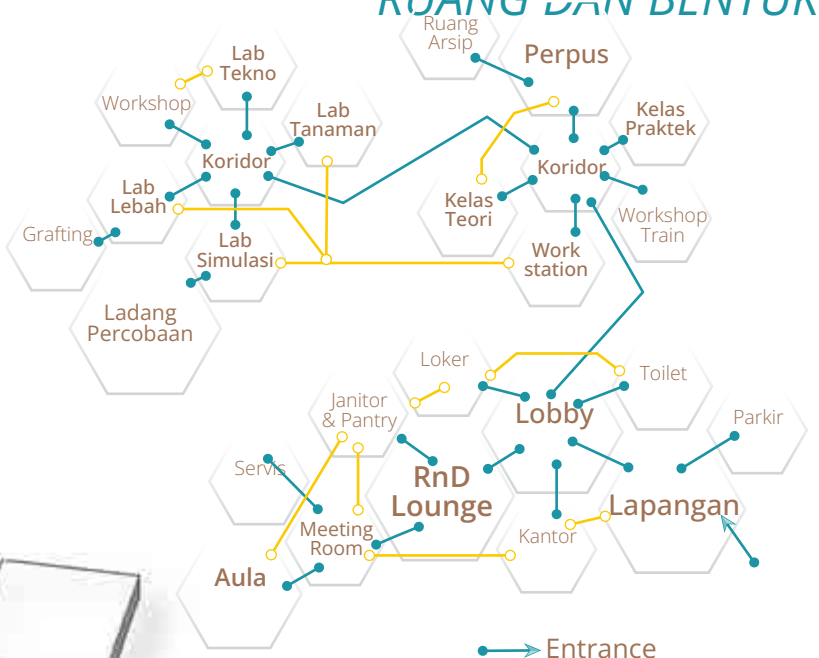


2

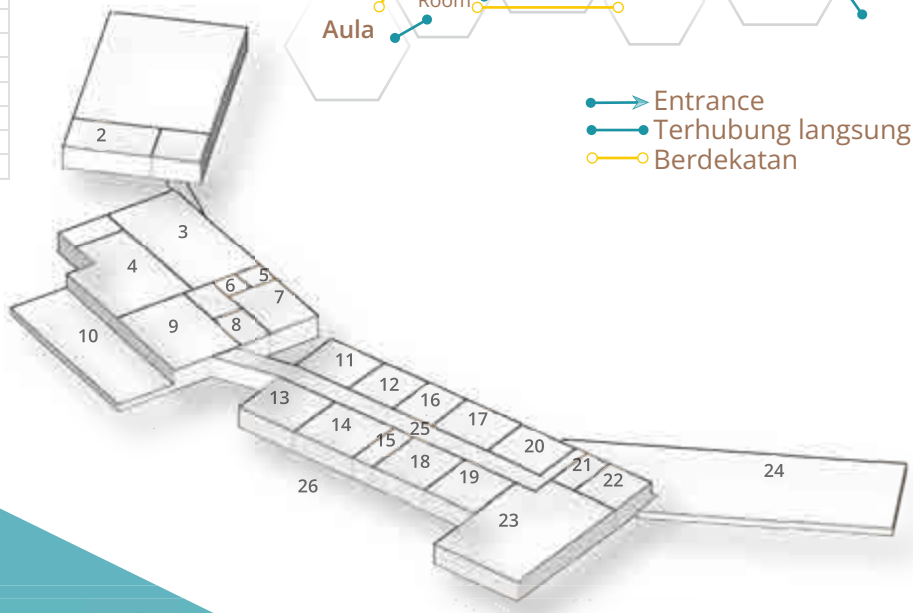


Blok plan awal disesuaikan dengan penggeseran untuk mengikuti bentuk hexagon dan kontur tanah berundak yang diterapkan dengan sisitem split level

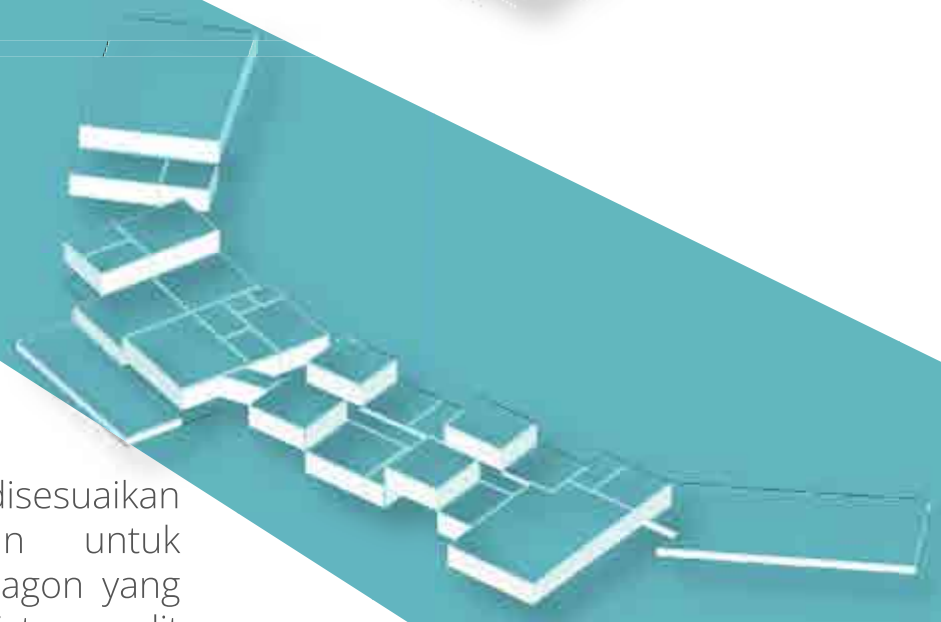
	RUANG	LUAS (m²)
1	Aula	142
2	Meeting Room	22,8
3	RnD Lounge	60,72
4	Kantor	150
5	Janitor dan Pantry	12
6	Gudang	16
7	Toilet	36,6
8	Loker	176
9	Lobby	13,75
10	Lapangan	180
11	Kelas Teori	48,96
12	Kelas Praktek	52
13	Workstation	40,28
14	Lab Lebah Madu	62,32
15	Grafting Room	7,29
16	Lab Teknologi	39,52
17	Workshop Training	41
18	Lab Tanaman	40
19	Workshop	41,04
20	Lab Simulasi Apiari	54,6
21	Servis	9
22	Ruang Arsip	10,24
23	Perpustakaan	66
24	Ladang Percobaan	
25	Koridor	64
26	Parkir	114



1



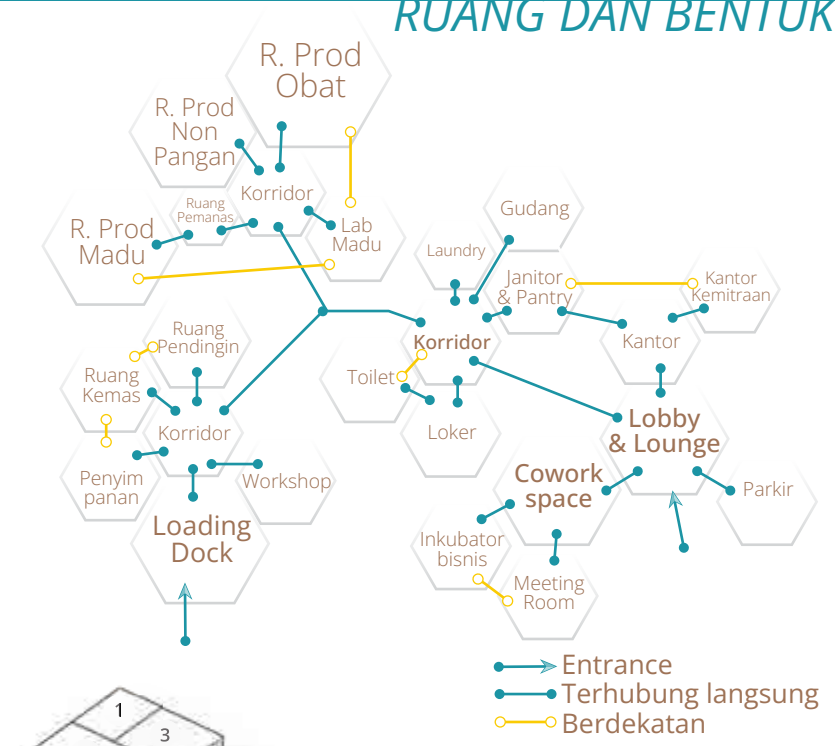
2

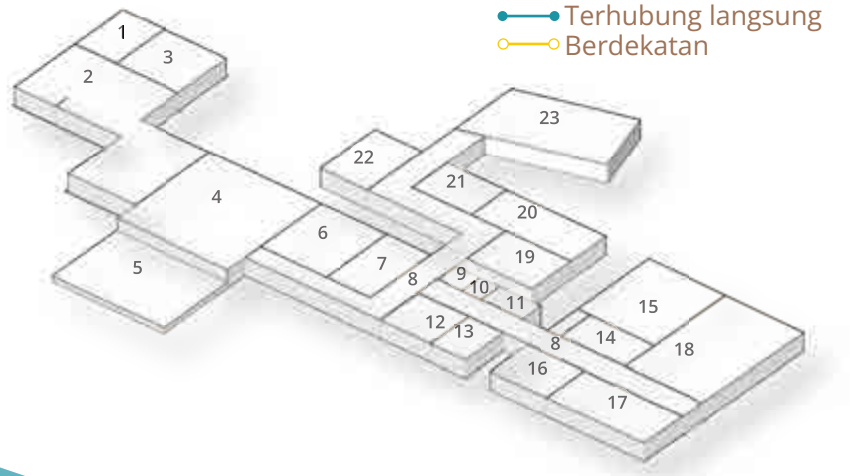


Blok plan awal disesuaikan dengan penggeseran untuk mengikuti bentuk hexagon yang diterapkan dengan sistem split level

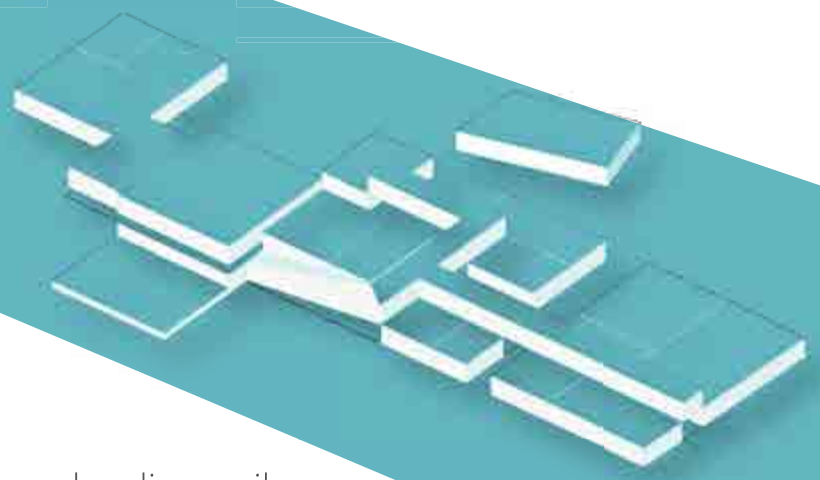
	RUANG	LUAS (m²)
1	Meeting Room	12,16
2	Kantor Inkubasi Bisnis	858
3	Coworking Space	236,25
4	Lobby & Lounge	37,44
5	Parkir	80
6	Kantor	180
7	Kantor Kemitraan	858
8	Koridor	64
9	Gudang	10,24
10	Janitor dan Pantry	12
11	Laundry	5
12	Loker	63
13	Toilet	36,6
14	Ruang Pemanas	20
15	Ruang Produksi Produk Madu	128,25
16	Lab Madu	48
17	Ruang Produksi Non Pangan	60
18	Ruang Produksi Obat	292,5
19	Ruang Pengemasan	33,75
20	Penyimpanan	125,8
21	Ruang Pendingin	30
22	Workshop	41,04
23	Loading Dock	77

1





2



Blok plan awal disesuaikan dengan penggeseran dan penambahan ruang untuk koridor pengunjung di atas ruang-ruang produksi

NATURE AS MENTOR

Lebah hutan hujan tropis memiliki adaptasi yang unik dalam membangun sarangnya. Lebah hini melindungi sarang dari hujan dengan campuran lumpur, tanah, sampah organik yang direkatkan menggunakan resin dan lilin. Campuran kedap air tersebut dibentuk kerucut untuk melancarkan aliran air hujan

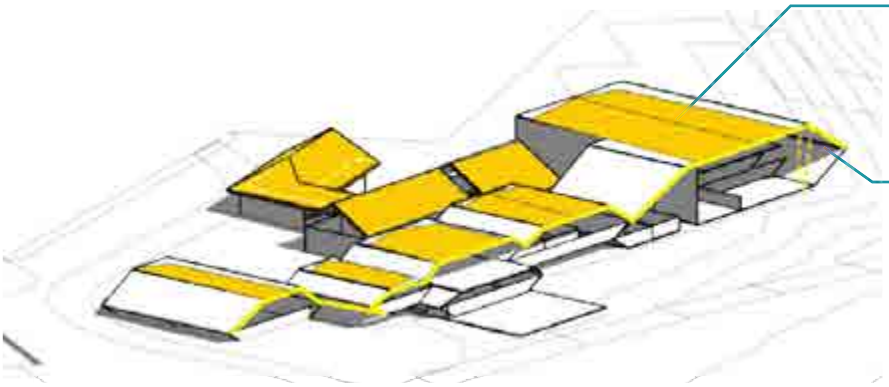
Atap datar bangunan pada massa berbentuk hexagon tetap terlihat datar dengan adanya lisplank pada fasad. sedangkan bentuk atap diadaptasikan sesuai iklim tropis seperti pada sarang lebah yang meruncing ke atas

ZONA FACTORY

ZONA R&T CENTER

ZONA EDUPARK

ZONA COTTAGE



Permukaan atas massa dikurangi dibentuk atap dengan kemiringan 10'.

Sisi pembentuk hexagon ditebalkan untuk menutupi atap dan dimiring-kan maju sebagai overhang atap

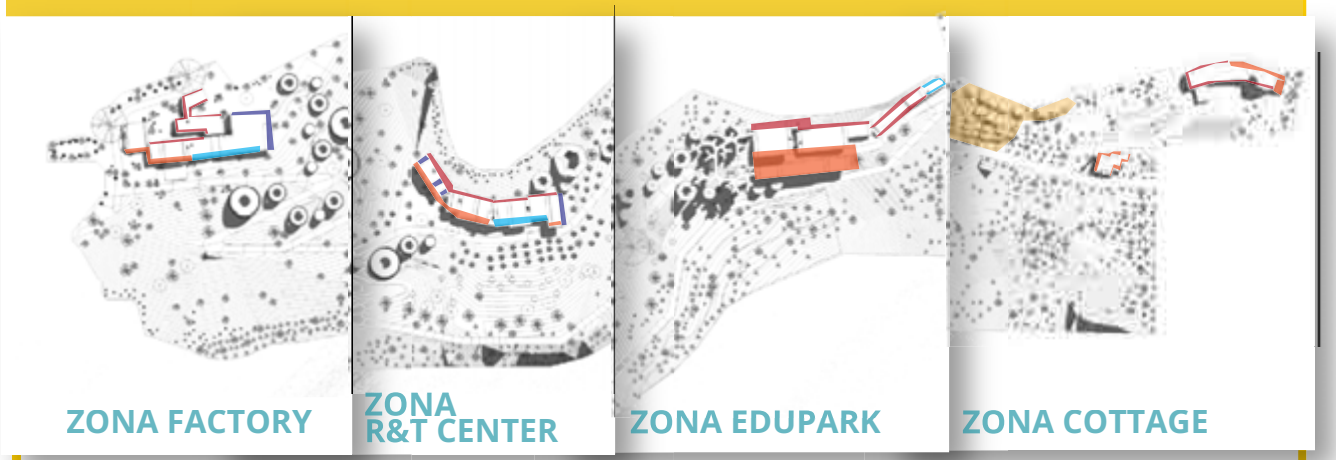
Atap cottage pada satu sisi diberi overhang untuk melindungi bukaan jendela dari hujan

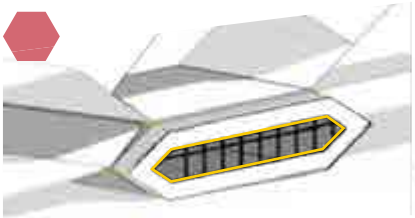
Atap cottage pada sisi balikya dibentuk menerus hingga elevasi tanah untuk membentuk hexagon

NATURE AS MENTOR

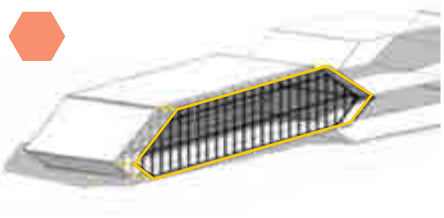
Cahaya Matahari sangat penting bagi lebah hutan. ditebing pegunungan yang sedikit menerima cahaya, Lebah hutan beradaptasi dengan memilih orientasi tebing dan mengatur sarangnya untuk menghadap ke arah datangnya matahari. Ini dilakukan untuk menjaga suhu dalam sarang agar tetap hangat

Belajar dari lebah hutan analisis desain perlu mempertimbangkan cahaya yang diterima oleh bangunan. Respon pada desain dengan pengaturan perletakan bukaan cahaya sesuai fungsi dan kondisi zona.

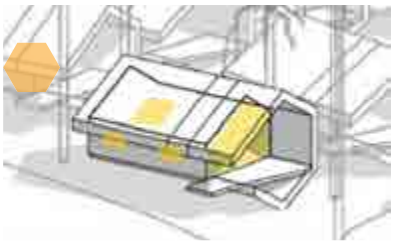




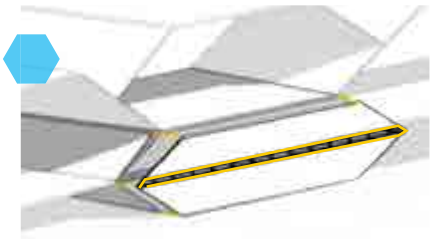
Bukaan sedang berupa jendela kaca untuk area dengan kerapatan vegetasi rendah dan tidak mendapat pembayangan dari dinding lereng.



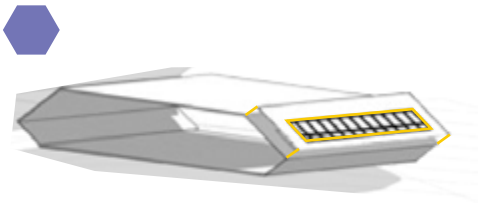
Bukaan penuh dinding kaca untuk area yang memiliki kerapatan vegetasi tinggi dan mendapatkan pembayangan dari dinding lereng.



Bukaan penuh pada muka bangunan ditambah skylight pada atap untuk area cottage yang memiliki kerapatan vegetasi tinggi



Bukaan tipis untuk ruang laboratorium yang membutuhkan pencahayaan stabil bukaan cahaya dibatasi dan mudah diatur.



Bukaan hadap atas untuk ruang-ruang luas terutama yang mendapatkan pembayangan dari dinding lereng dan vegetasi.

NATURE AS MENTOR

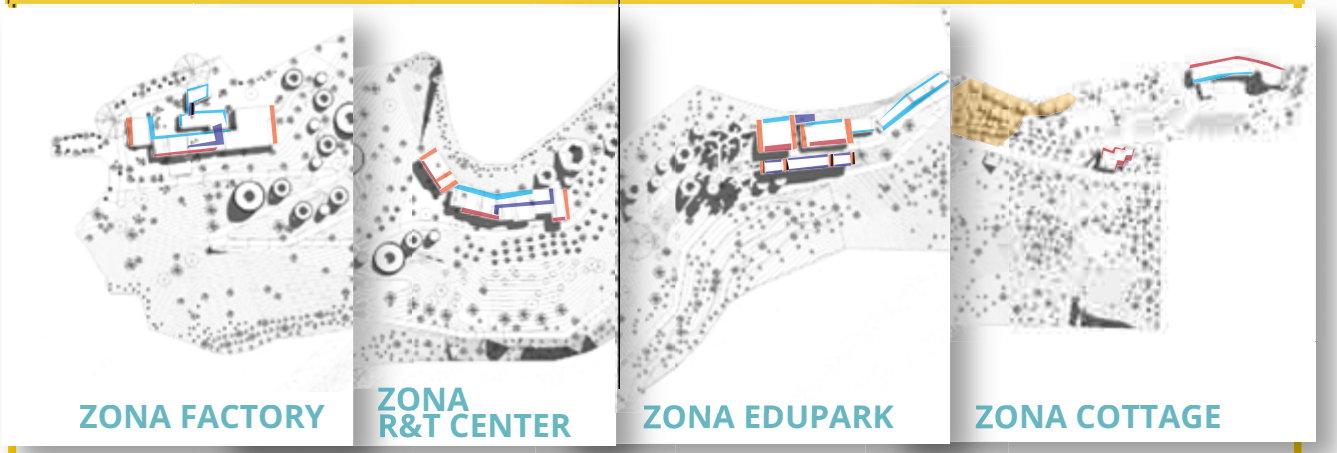
Saat udara terlalu dingin lebah mengerumuni madu dan ratunya untuk menjaga panas dalam sarang

Suhu Dingin

Suhu Panas

Saat udara terlalu Panas lebah berpencar Mencari tempat dingin. Ada yang bertugas sebagai pengipas dan ada yang sebagai pendingin atau penyerap panas dari ratu untuk dibawa ke tempat dingin

Lebah memahami cara udara mengalir yakni melalui tekanan udara. Cara lebah membentuk barisan pengipas atau penjaga suhu dapar diterapkan dalam bangunan berupa pendingin udara aktif dan pasif. Pendingin pasif dapat berupa dinding insulasi, ventilasi, dan secondary skin.

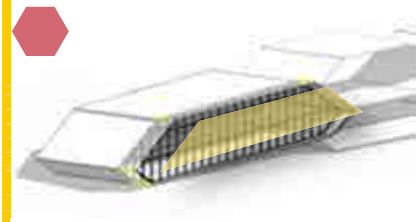


ZONA FACTORY

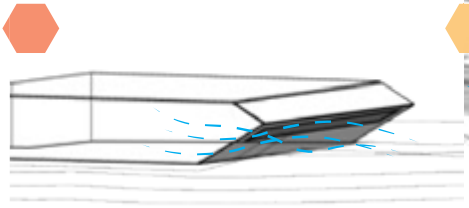
ZONA R&T CENTER

ZONA EDUPARK

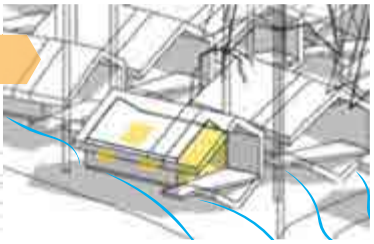
ZONA COTTAGE



Tambahan shading device pada dinding kaca berjendela untuk ruang dengan kebutuhan cahaya alami tinggi namun membuat ruangan menjadi panas

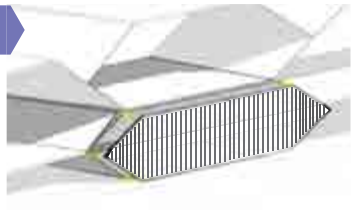


Jendela menghadap ke bawah untuk ruang-ruang dengan aktivitas tinggi. Dengan jendela seperti ini udara dapat masuk tanpa menambah panas dari cahaya matahari



Kerapatan tata massa cottage menghalangi aliran angin. Dengan berpanggung, aliran angin tetap dapat menjangkau seluruh bangunan

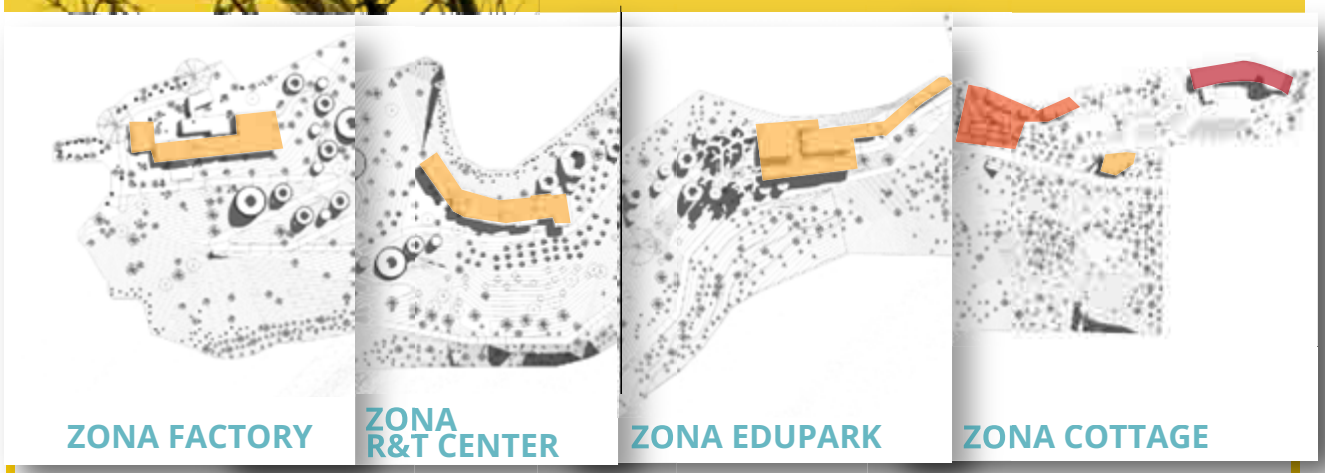
Jendela kaca dengan ventilasi udara di atasnya diterapkan pada sisi-sisi ruang dengan aktivitas dan spesifikasi yang umum

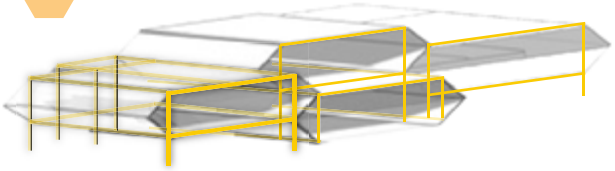


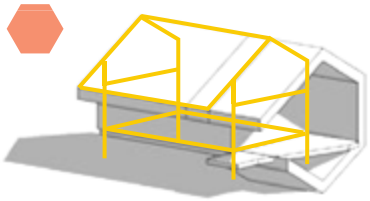
Dinding berongga untuk area yang bersifat publik seperti koridor dan lobby. Penerapan di beberapa sisi yang berpotensi mendapatkan aliran angin tertinggi

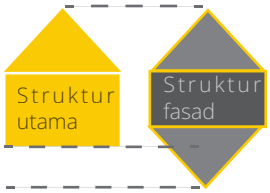
NATURE AS MENTOR

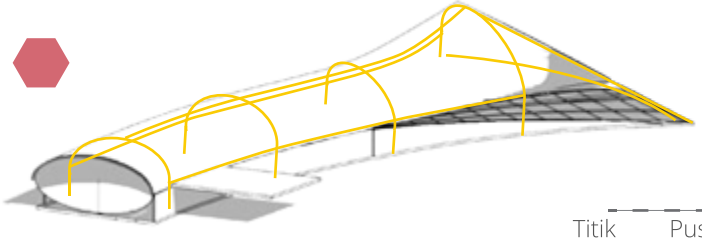
Lebah dapat membangun sarangnya di berbagai tempat dengan fleksibel. Mudahnya adaptasi lebah dalam membangun sarangnya berkat struktur yang terbuat dari lilin-lilinnya. Struktur sarang lebah dari lilin secara prinsip mirip dengan struktur panggung dan kantilever pada bangunan yang mana sama-sama menancapkan atau menempelkan bangunan pada site dan meminimalisir penutupan permukaan tanah

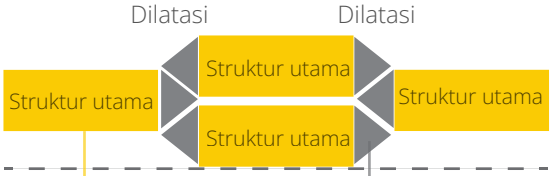










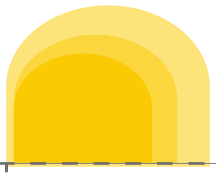


Ruang utama disusun dengan struktur panggung yang terpisah tiap hexagonnya

Dilatasi Struktur sekaligus ruang transisi split level membentuk segitiga

Ruang utama disusun dengan struktur panggung. Teras hingga fasad menyamarkan struktur panggung menjadi hexagon

Selain untuk membentuk heksagon. struktur panggung juga mengurangi tutupan pada tanah



Bangunan dengan stuktur balok lengkung dengan skala yang berbeda tiap segmen grid dan disusun secara radial

Titik Pusat Grid radial

PENELITI

PELAJAR
PESERTA PELATIHAN

APARAT
/LEMBAGA

PELATIH
AKADEMISI

PENGINAP
COTTAGE

STAFF
PEGAWAI
PEMILIK USAHA

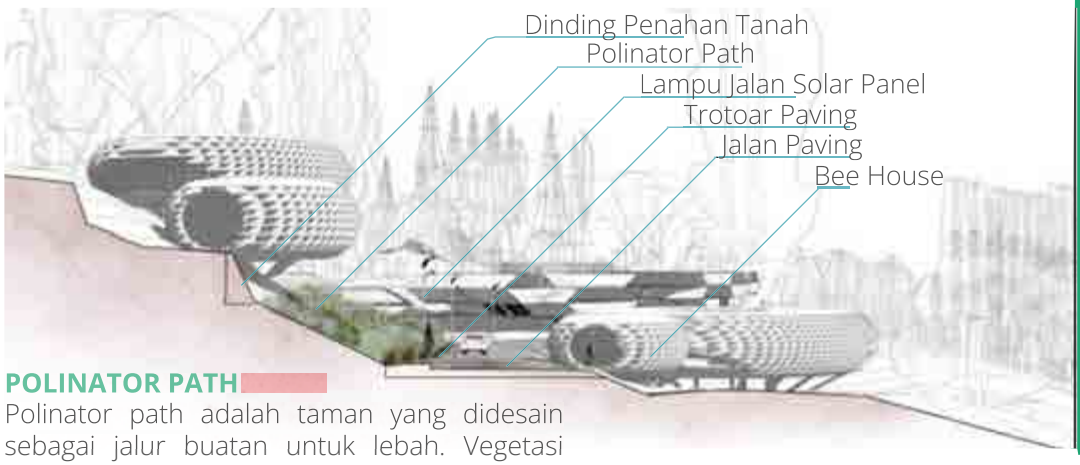
PEKERJA MADU
PEKERJA INDUSTRI

SEMUA PENGGUNA

APIS CERANA

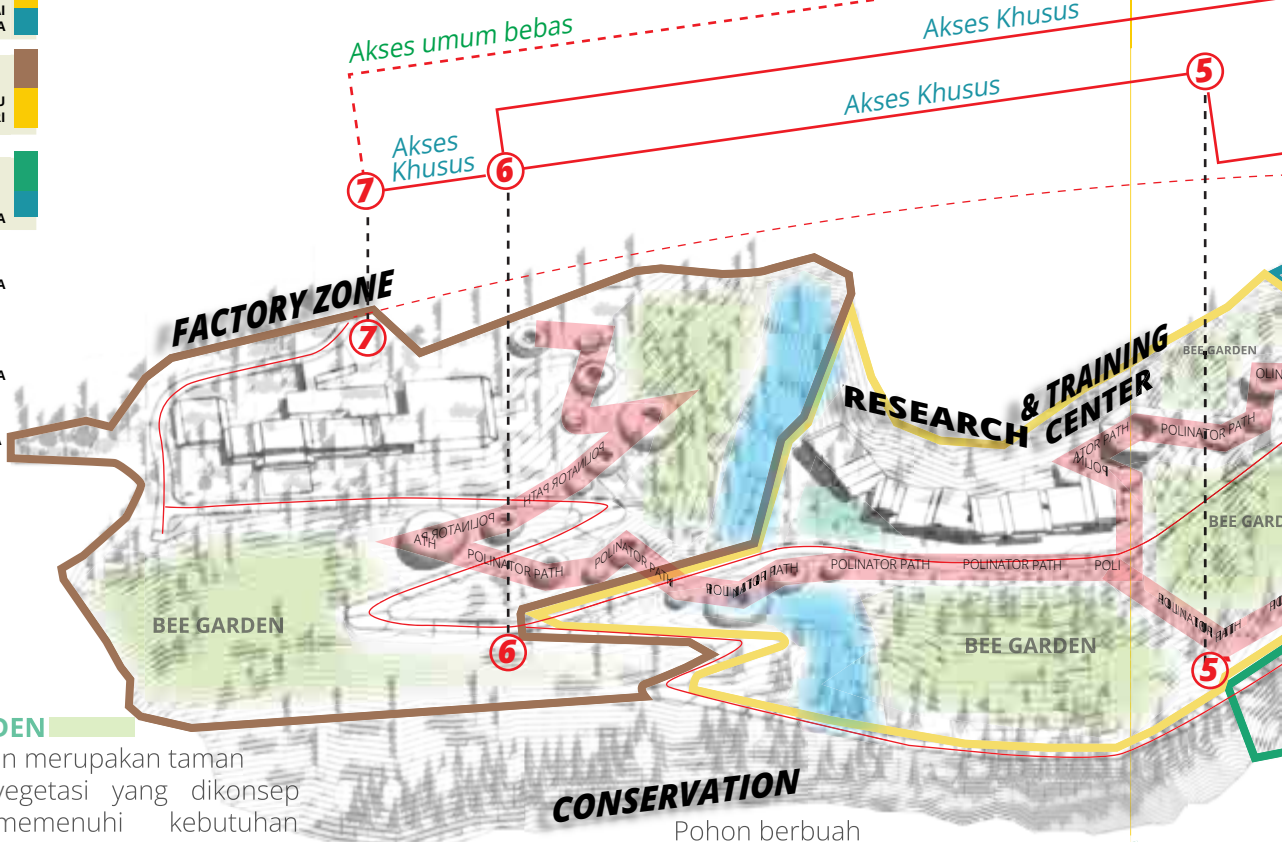
APIS MELIFERA

MELIPONA



POLINATOR PATH

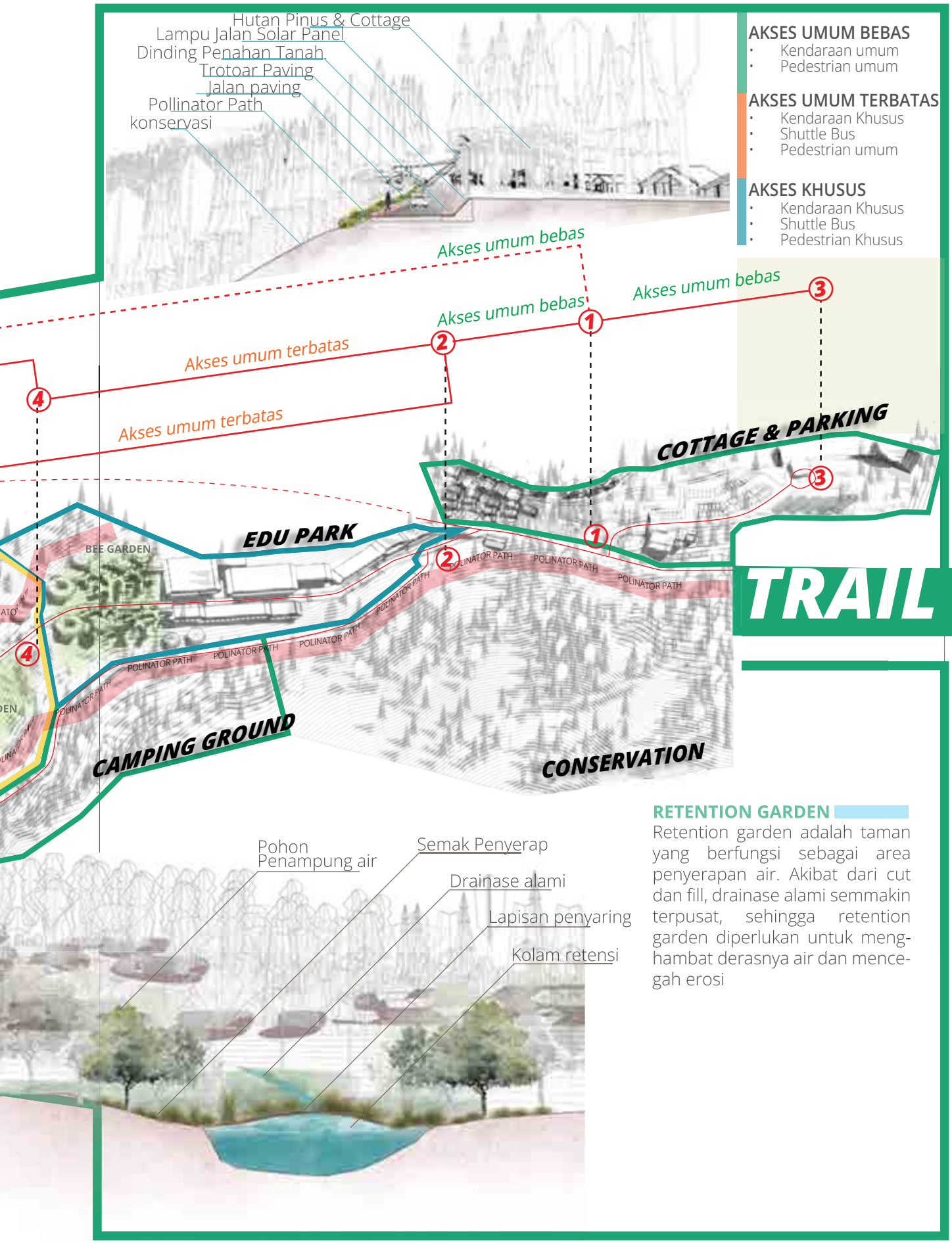
Polinator path adalah taman yang didesain sebagai jalur buatan untuk lebah. Vegetasi yang diterapkan berupa semak dan perdu yang berbunga sepanjang tahun



BEE GARDEN

Bee garden merupakan taman dengan vegetasi yang dikonsep untuk memenuhi kebutuhan produksi madu berdasarkan jenisnya. Dalam sepanjang tahun, pada setiap bee garden terdapat tanaman yang berbunga dengan zonasi tertentu sehingga jenis madu yang diproduksi bisa berma-cam-macam sesuai zonanya

TRAIL



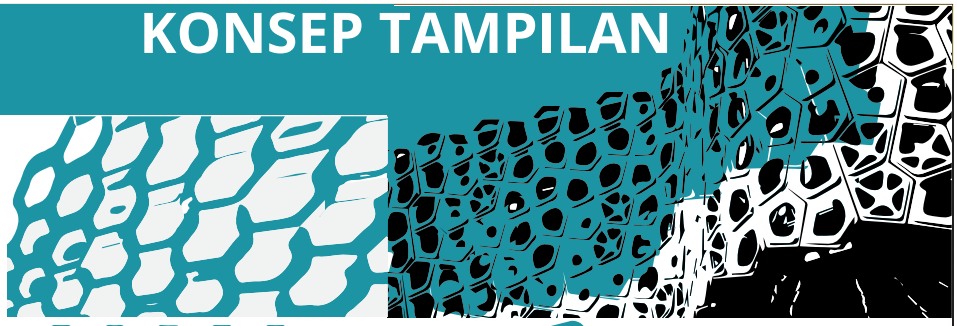
RETENTION GARDEN

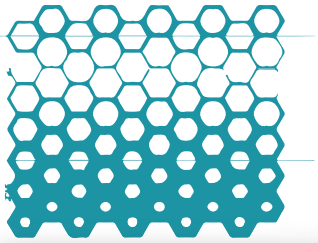
Retention garden adalah taman yang berfungsi sebagai area penyerapan air. Akibat dari cut dan fill, drainase alami semmakin terpusat, sehingga retention garden diperlukan untuk menghambat derasnya air dan mencegah erosi

HIVE

KONSEP TAMPILAN

Tampilan fasad bangunan menggunakan 2 modul utama sebagai aksen. Modul hexagon diterapkan sebagai secondary fasad, aksen, dan bentuk bukaan





Modul (organik) apisan pelindung diterapkan sebagai secondary fasad, pola lantai, dan pola sirkulasi

POT MADU

RUANG TELUR

LAPISAN PELINDUNG

LUBANG MASUK

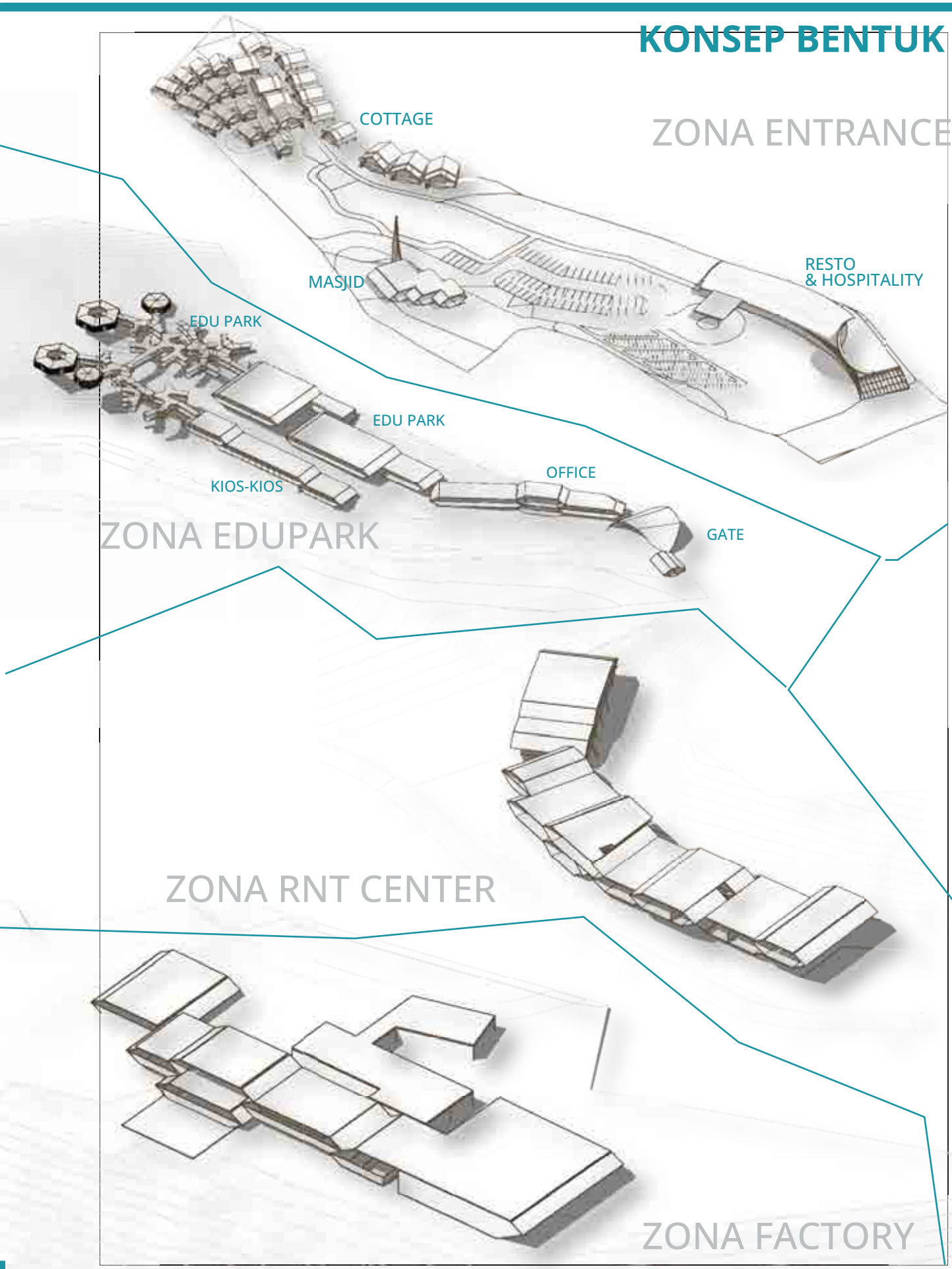
Bee house (kandang lebah modern) berbentuk bulat menyesuaikan zona pot madu pada sarang lebah stingless

Bee house (kandang lebah modern) berbentuk hexagon menyesuaikan zona telur pada sarang stinglessbee

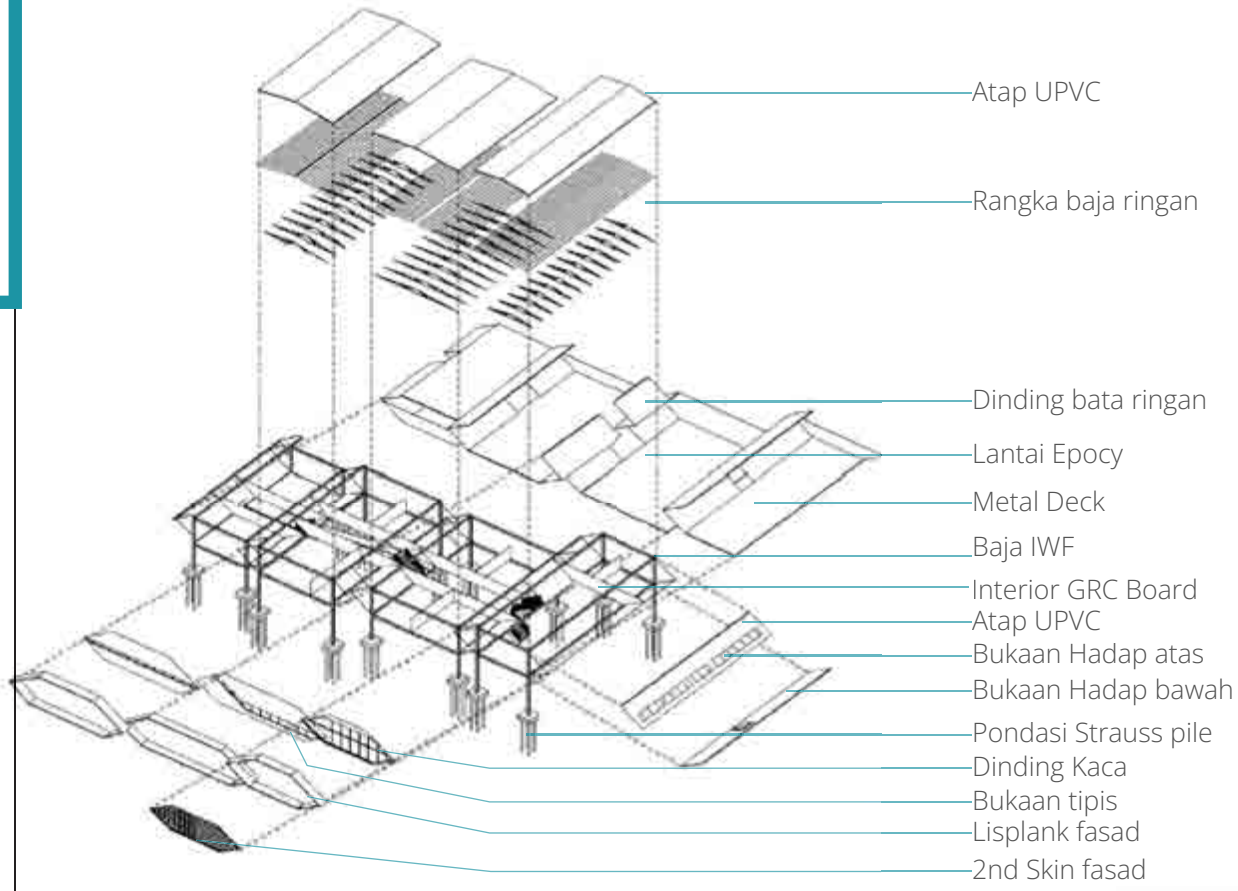
Bee Corridor berbentuk seperti lapisan pelindung

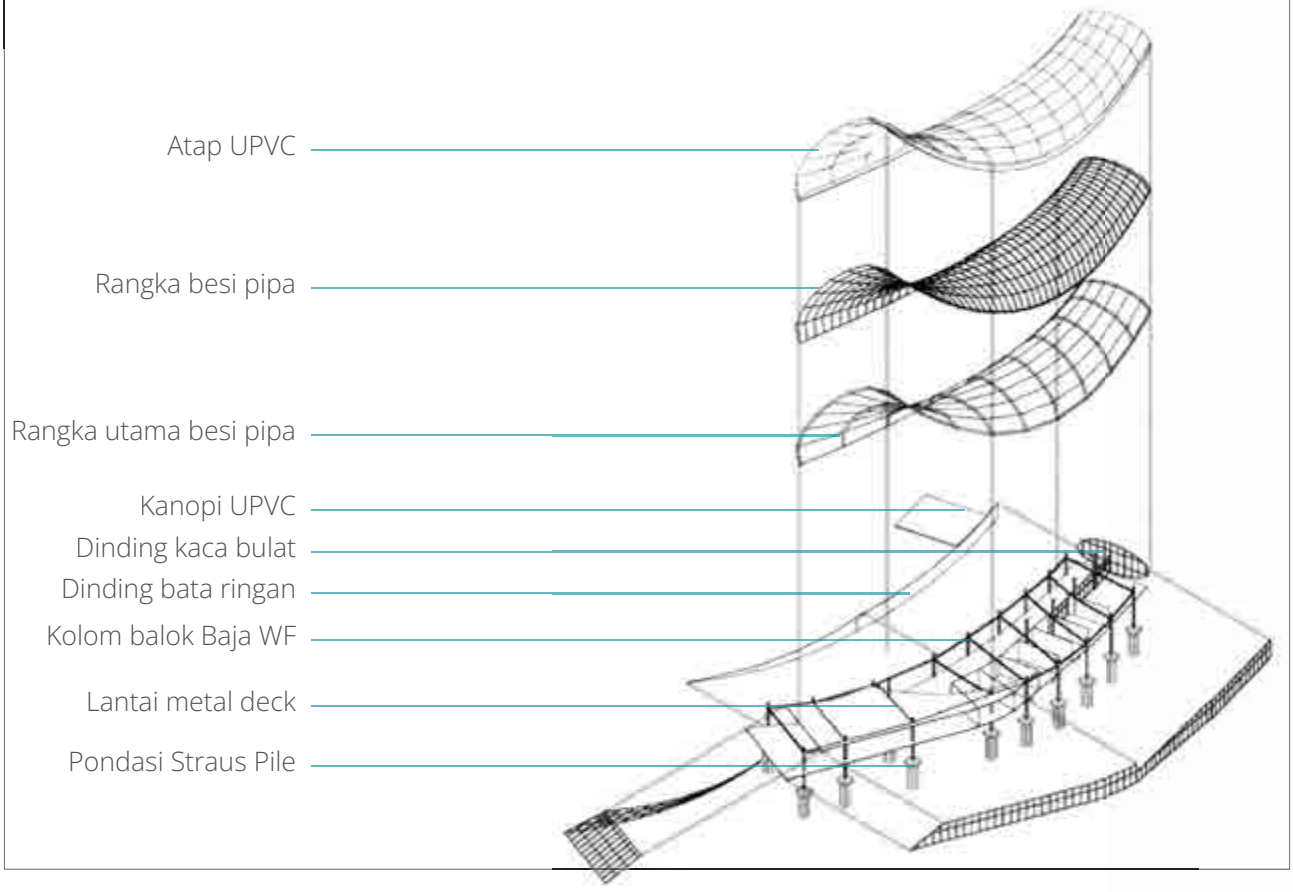
Gate dan bangunan resto cafe berbentuk corong seperti lubang masuk sarang mencerminkan area publik

KONSEP BENTUK

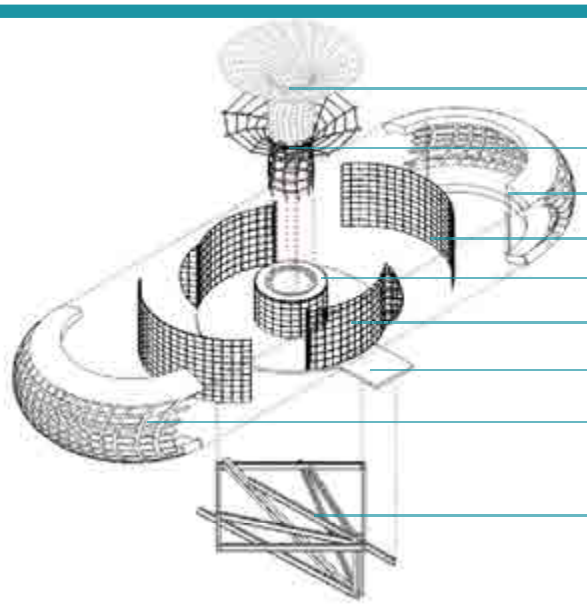


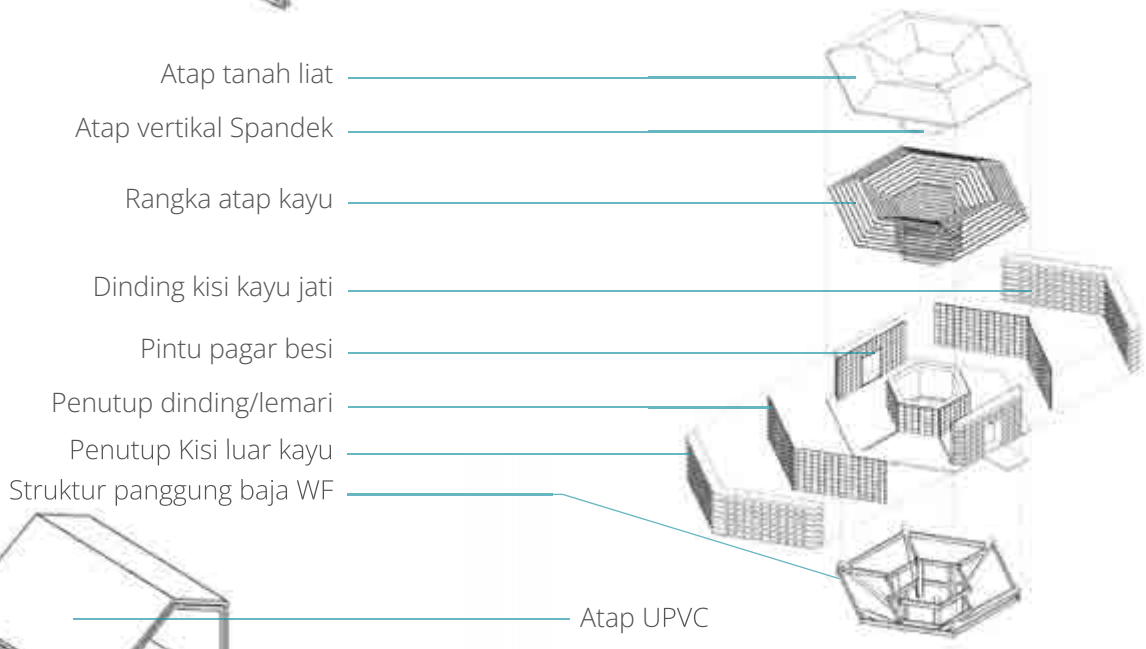
KONSEP STRUKTUR

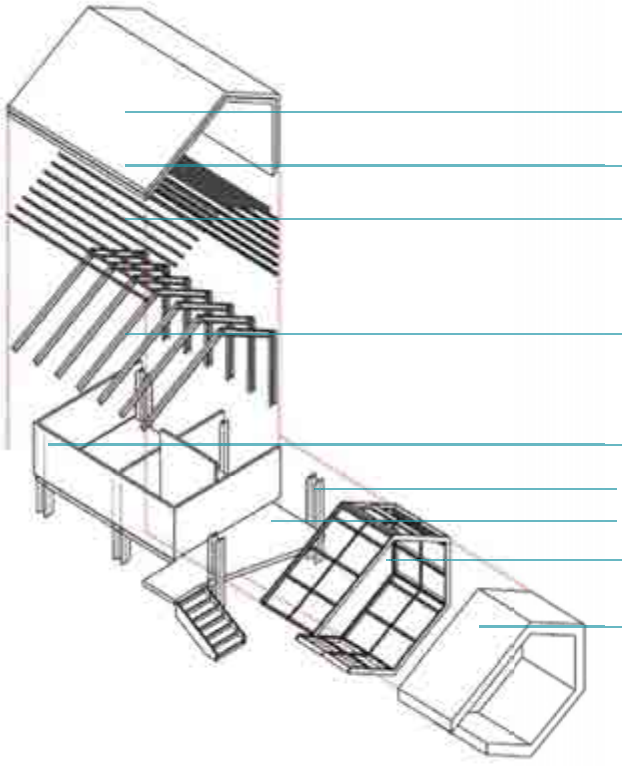




KONSEP STRUKTUR

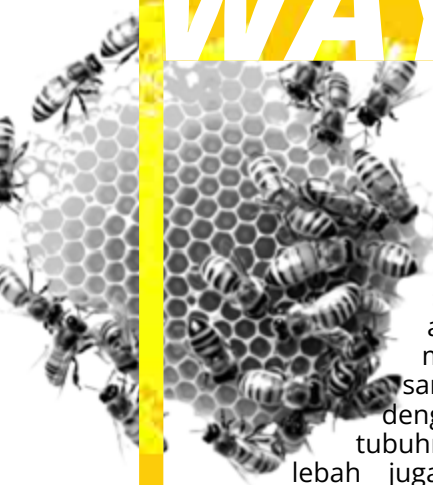




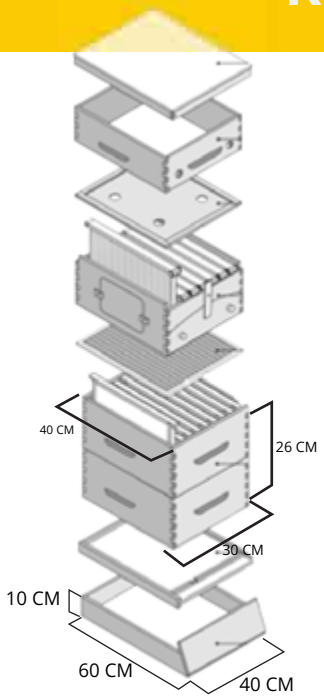


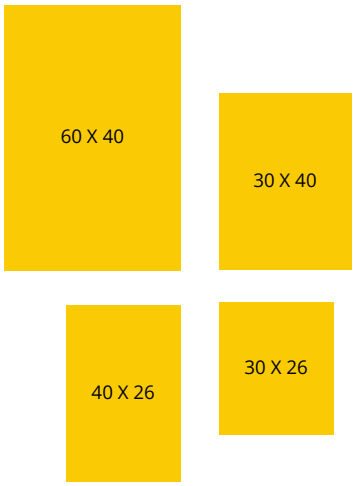
WAY

KONSEP RUANG



Dalam membangun sarangnya lebah menggunakan tubuh dan telurnya sebagai modul ruang sehingga segala aktivitasnya dalam mengolah isi sarang sesuai dengan ukuran tubuhnya. Selain itu lebah juga memanfaatkan bahan-bahan sampah alam dalam membentuk komponen pendukung pada sarang. Hal ini dapat menjadi konsep dalam membentuk modul ruang yang dapat dimanfaatkan secara multifungsional.

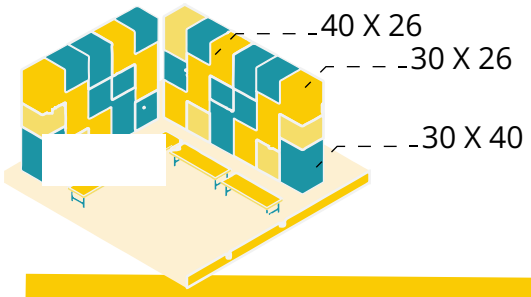




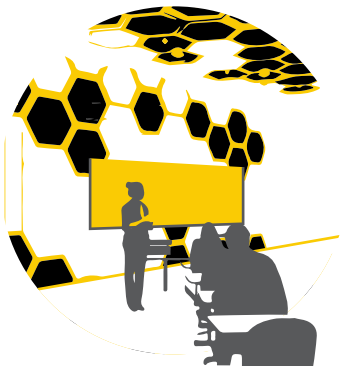
MODUL STUP LEBAH

Konsep ruang diterapkan pada penggunaan material kayu yang mengikuti modul papan kayu stup lebah. Modul stup lebah ini akan diterapkan di berbagai komponen mulai yang fungsional hingga estetika.

Selain untuk kegunaan fungsional perlebahan. Tujuan dari konsep modul ini untuk memudahkan adanya reuse pada material bekas.



HIVE

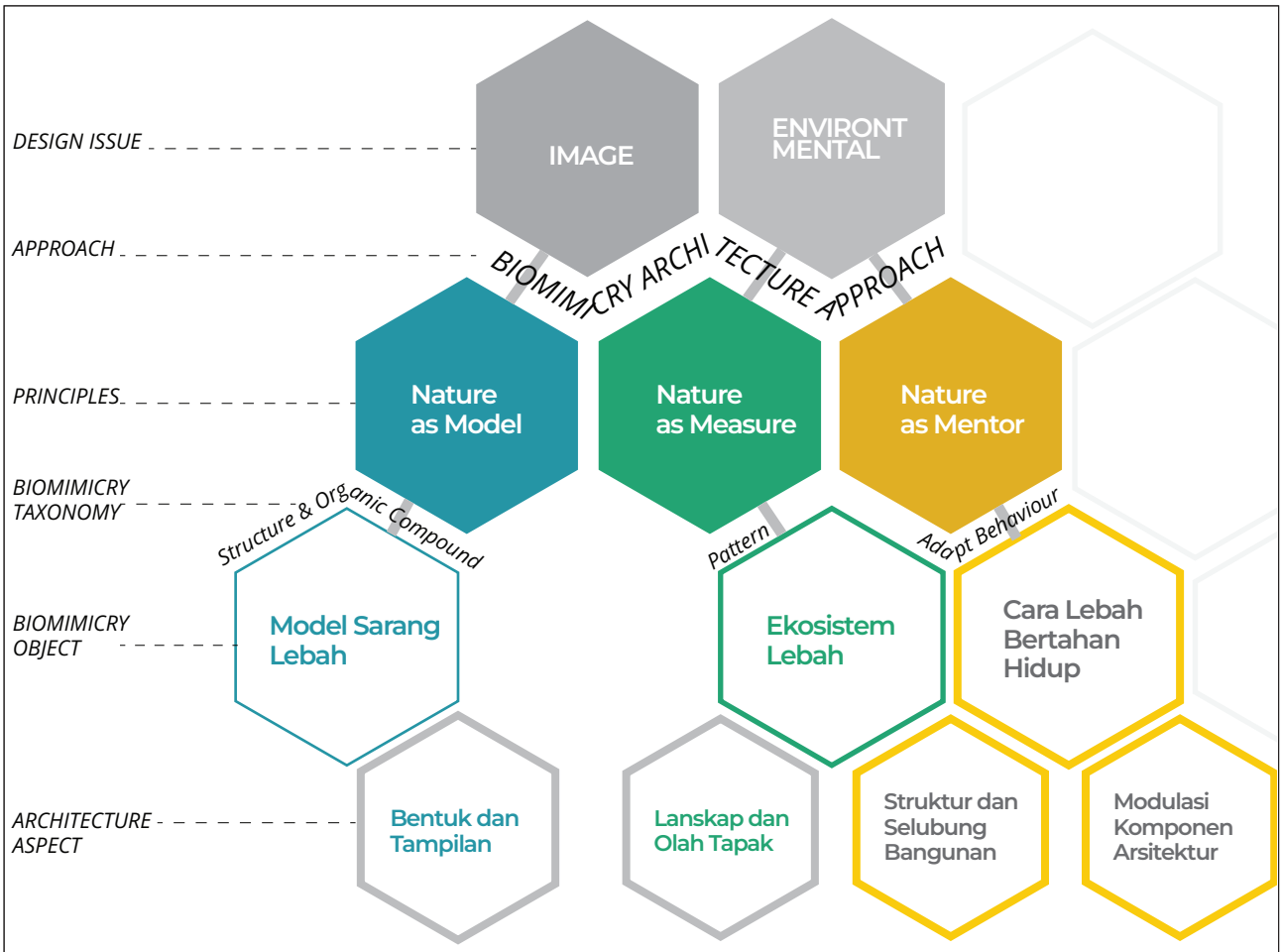


Honeycomb dan Pola organik

Untuk menambah suasana seperti masuk dalam sarag lebah, Interior bangunan menggunakan aksen utama honeycomb dan pola organik (lapisan pelindung).

3

PENGEMBANGAN
KONSEP DAN HASIL RANCANGAN



BE A BEE

Dengan pendekatan biomimikri yang menjadikan alam sebagai sumber dalam menyelesaikan isu desain, Kehidupan lebah menjadi sumber utama dalam memembentuk konsep dasar. Apa yang dilakukan lebah mulai membangun sarang, berinteraksi dengan alam serta membuat produk unggulannya berupa madu menjadi inspirasi dalam konsep desain

TRAIL

WAY

HIVE

Hive

Lebah memiliki kemampuan untuk membangun ruang. Sarang Lebah (*Hive*) menjadi model inspirasi melalui pendekatan biomimikri yang dapat diterapkan dalam desain.

BENTUK SEL TELUR

Bentuk organik heksagonal diterapkan pada pola tapak, bentuk bangunan, dan elemen dekorasi

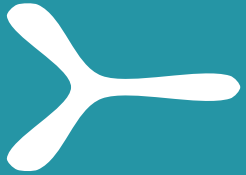
BENTUK CERUTU

Pintu Masuk Sarang Lebah Trigona membentuk silinder seperti cerutu. Dalam desain, ini diterapkan pada entrance.

BENTUK POT MADU

Bentuk lingkaran diterapkan pada kandang lebah atau bee house yang ada di sepanjang polinator path garden

BENTUK LAPISAN PELINDUNG

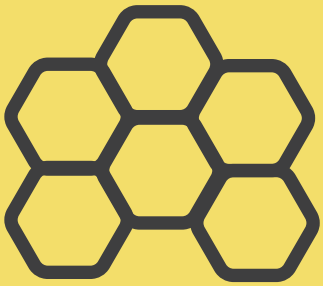


Bentuk organik percabangan 3 diterapkan pada layout field tour walkway

Way

Lebah memiliki cara dalam upaya bertahan hidup. Beberapa cara yang dilakukan lebah menjadi inspirasi dalam desain

MODULASI SEL



Modul sarang lebah yang efisien dan dapat digunakan kembali menjadi inspirasi untuk menciptakan desain modular dan dapat digunakan kembali. Ini diterapkan pada modul elemen dekoratif berupa potongan kayu bekas kotak lebah

POLA FIBONACCI

Pola fibonacci sering ditemukan pada alam. Lebah juga menggunakan pola ini dalam berbagai hal. Pola fibonacci dalam desain diterapkan pada desain pola heksagonal pada tapak

STRUKTUR PANGGUNG

Lebah dalam membangun sarang, tidak merusak tapaknya. Ini menjadi pelajaran dalam desain sehingga desain menggunakan struktur yang sedikit menutup permukaan tanah

Trail

Lebah dalam mobilitasnya mengikuti persebaran mekarnya bunga-bunga pada tanaman. Jalur alami lebah ini menjadi ukuran/aturan dalam desain, sehingga arsitektur bisa beradaptasi terhadap jalur alami lebah

POLINATOR GARDEN

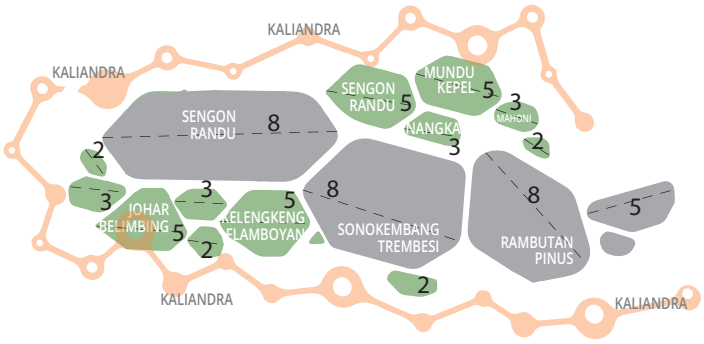
taman yang didesain sebagai jalur buatan untuk lebah. Vegetasi yang diter-apkan berupa semak dan perdu yang berbunga sepanjang tahun

BEE GARDEN

taman dengan vegetasi yang memenuhi kebutuhan produksi madu Dalam sepanjang tahun. dengan pemisahan zona tanaman sehingga ragam jenis madu bisa terkontrol

RETENTION GARDEN

taman yang berfungsi sebagai area penyerapan air. Akibat dari cut dan fill, drainase alami semmakin terpusat, sehingga retention garden diperlukan untuk menghambat derasnya air dan mencegah erosi



POLA TAPAK

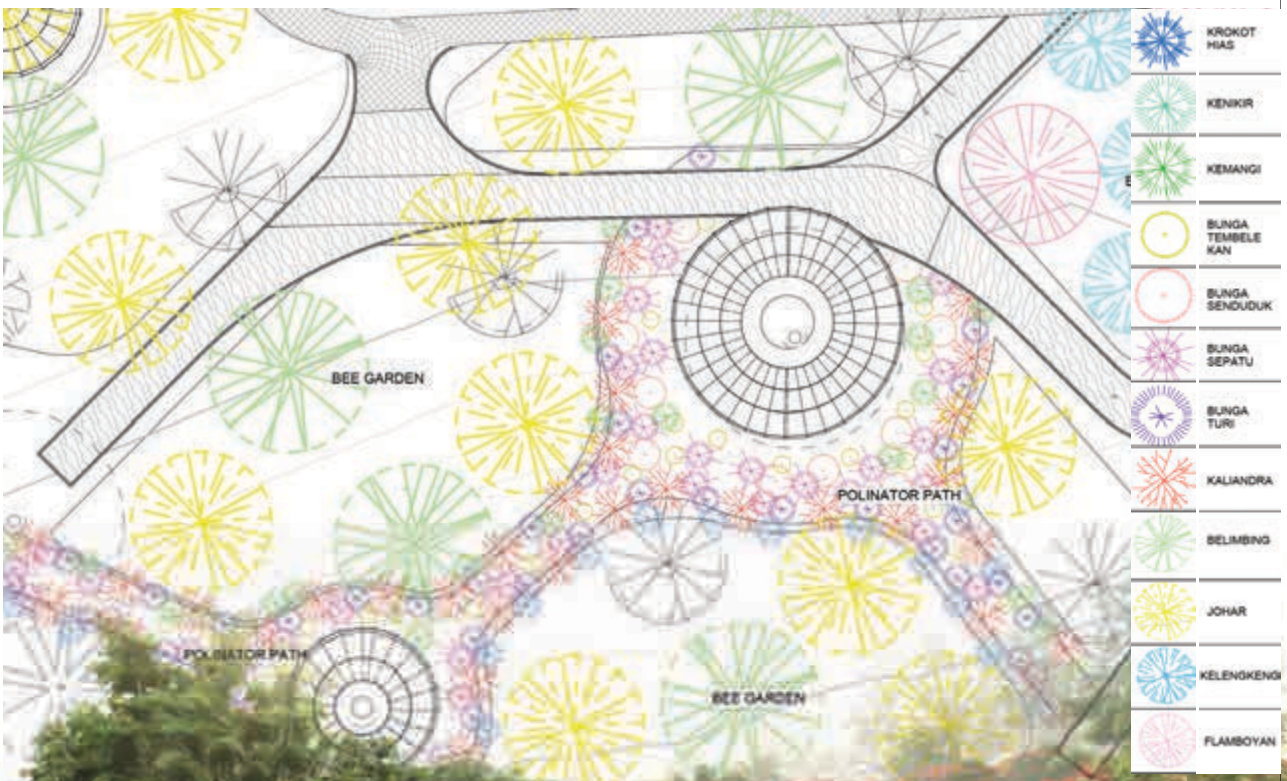
Pola pada tapak dibentuk oleh susunan heksagon dengan variasi bentang terpanjang mengikuti pola fibonacci

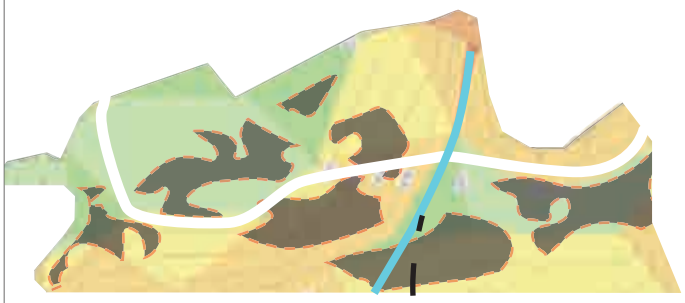
BEE GARDEN

Di setiap area heksagon ditentukan vegetasi yang berbeda mengikuti tanggal berbunganya. Dalam satu tahun terdapat 2 periode berbunganya vegetasi sumber pakan lebah. sehingga setiap area heksagon harus memiliki 2 vegetasi berbeda dengan periode mekar yang berbeda

POLINATOR PATH GARDEN

taman yang didesain sebagai jalur buatan untuk lebah. Vegetasi yang diterapkan berupa semak dan perdu yang berbunga sepanjang tahun



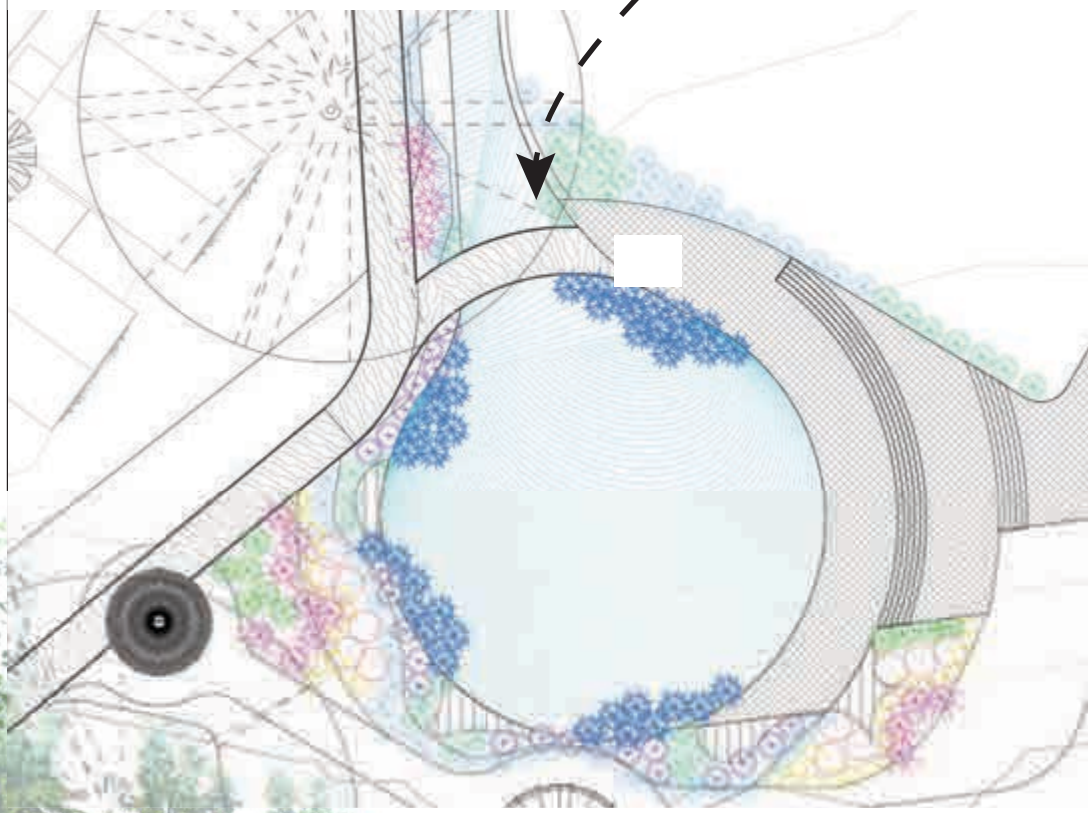


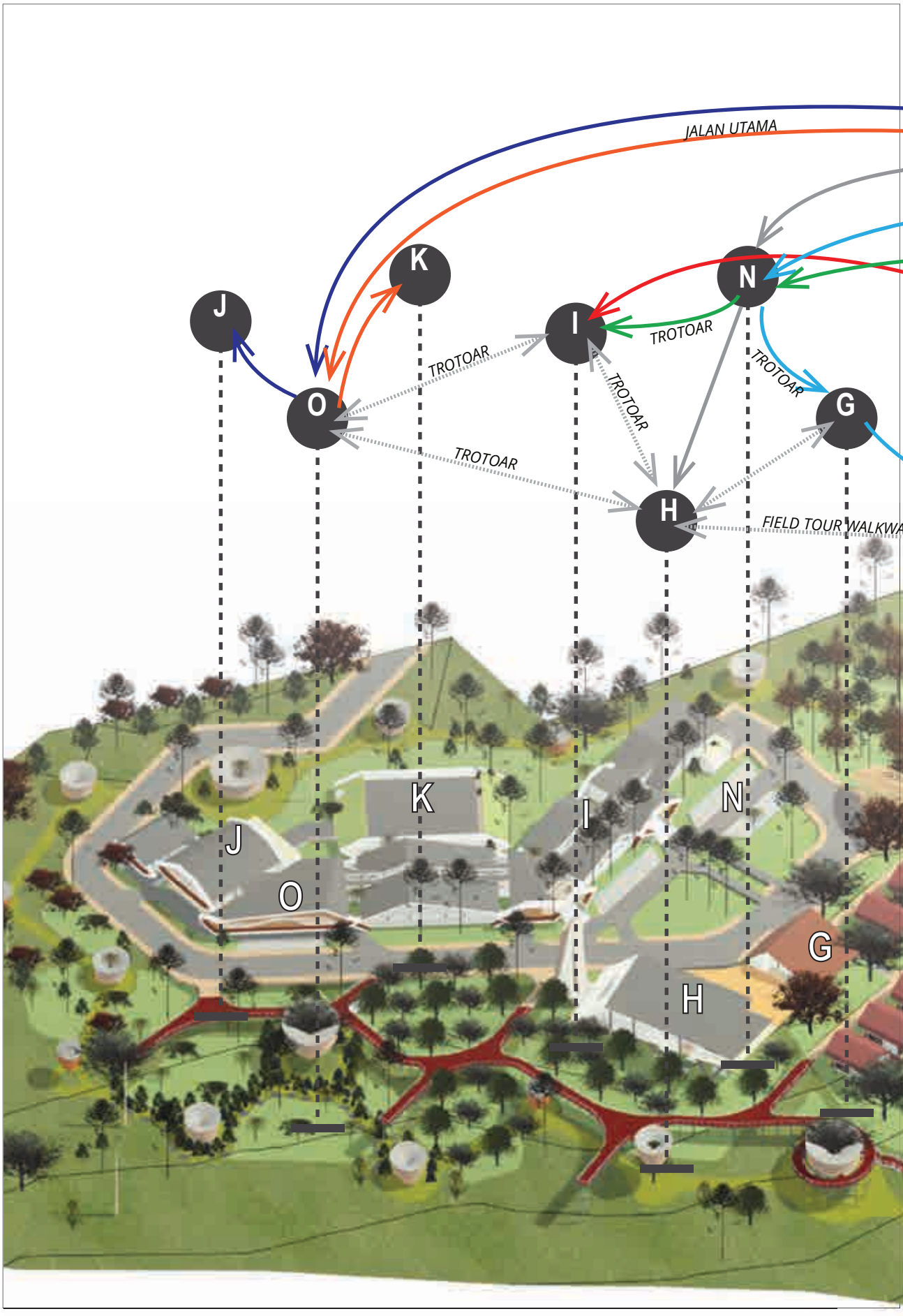
Setelah dilakukan analisis jalur lebah, Area dilakukan analisis kelerengan. Hasil analisis ditemuan terdapat cekungan yang menjadi area tempat berkumpulnya air

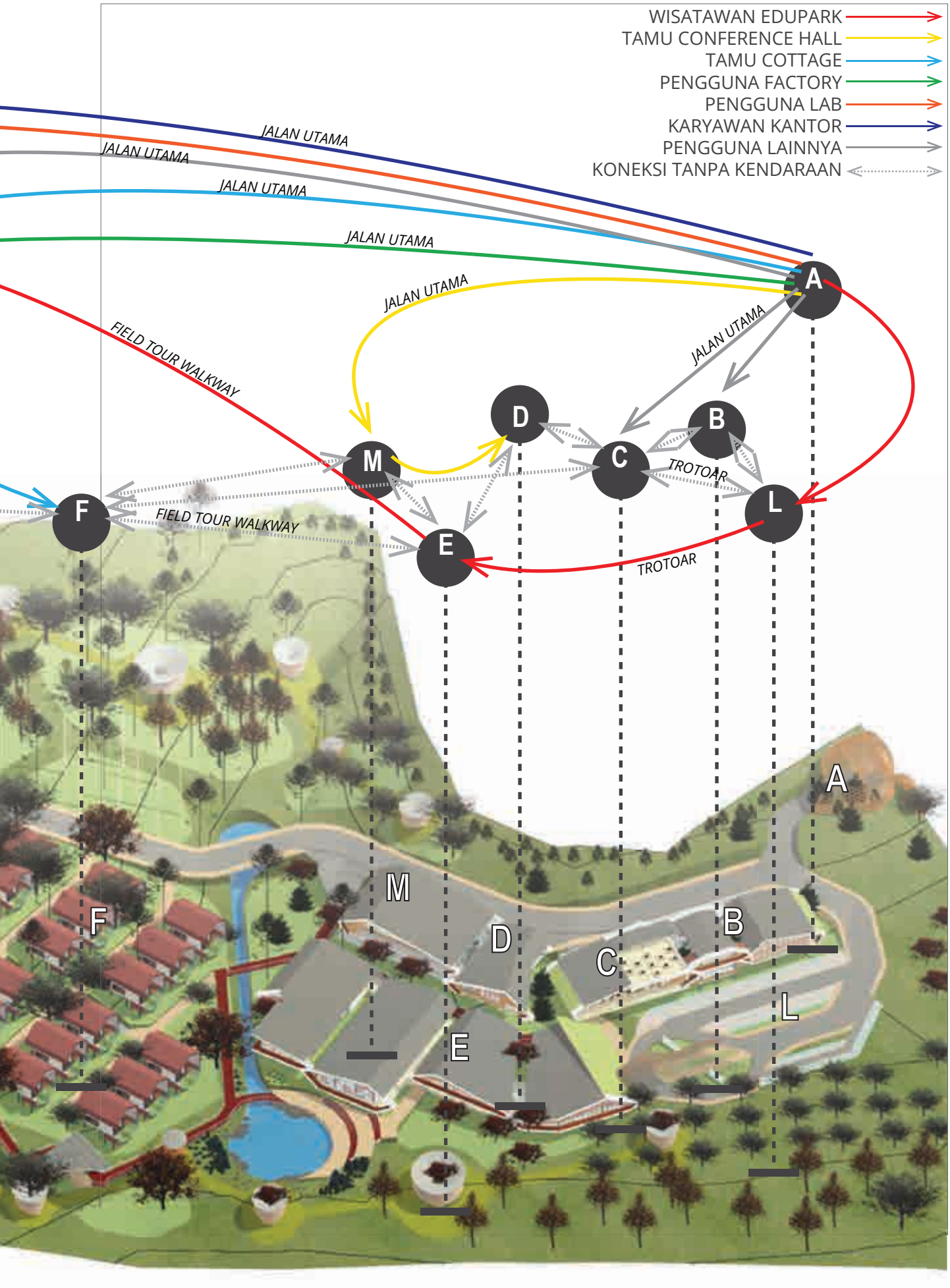
0-8%	Datar
8-15%	Landai
15-25%	Agak Curam
25-45%	Curam

RETENTION GARDEN

taman yang berfungsi sebagai area penyerapan air. Akibat dari cut dan fill, drainase alami semmakin terpusat, sehingga retention garden diperlukan untuk menghambat derasnya air dan mencegah erosi



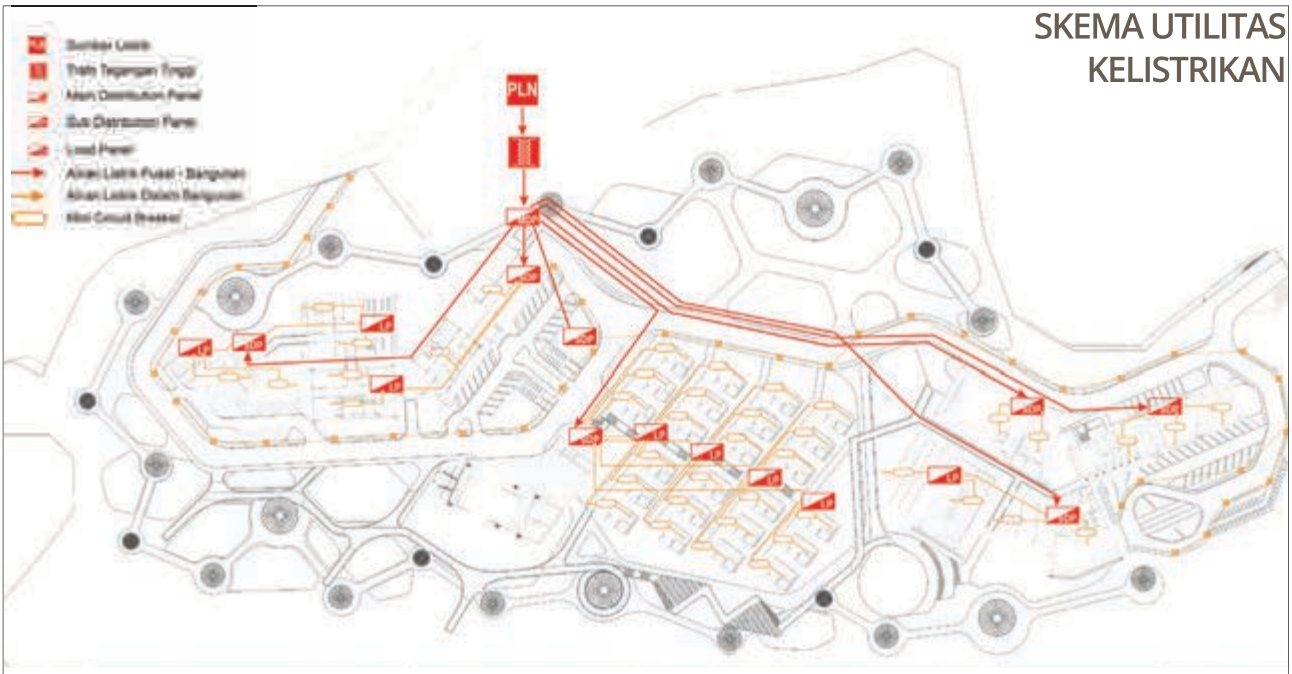

JALAN UTAMA
J
K
N
I
O
G
H
TROTOAR
TROTOAR
TROTOAR
TROTOAR
TROTOAR
FIELD TOUR WALKWAY
J
K
I
N
O
G
H


WISATAWAN EDUPARK
TAMU CONFERENCE HALL
TAMU COTTAGE
PENGGUNA FACTORY
PENGGUNA LAB
KARYAWAN KANTOR
PENGGUNA LAINNYA
KONEKSI TANPA KENDARAAN
JALAN UTAMA
JALAN UTAMA
JALAN UTAMA
JALAN UTAMA
JALAN UTAMA
JALAN UTAMA
FIELD TOUR WALKWAY
FIELD TOUR WALKWAY
TROTOAR
TROTOAR
A
B
C
D
E
F
L
M

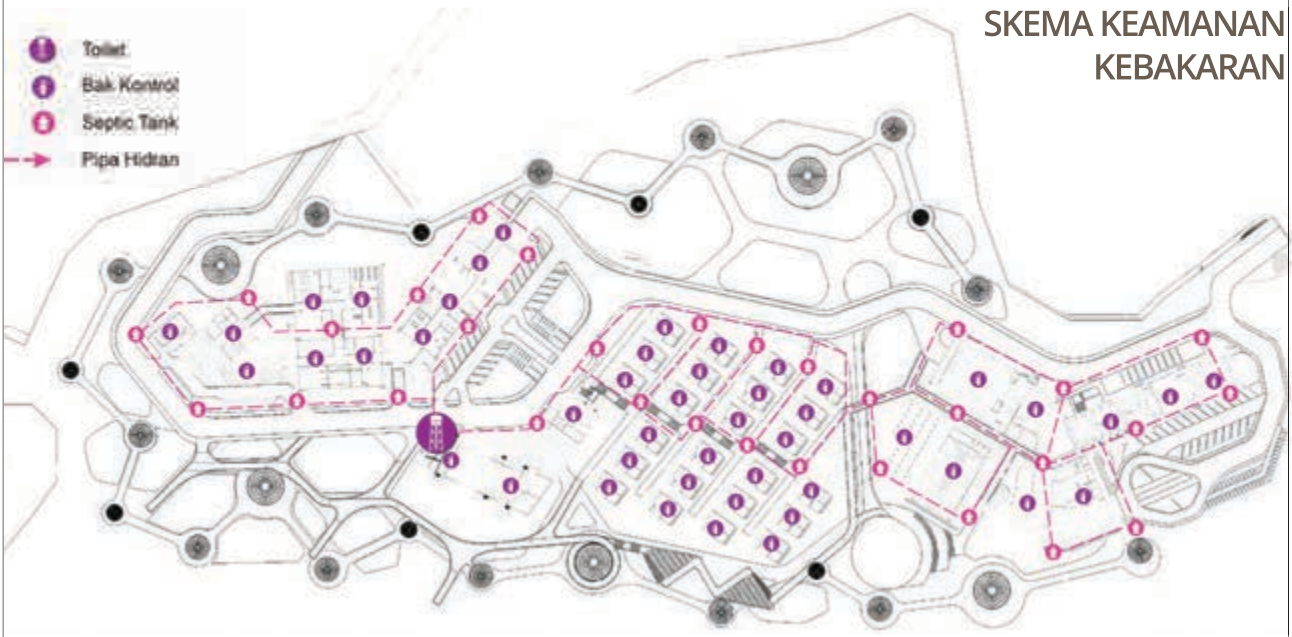
SKEMA UTILITAS AIR BERSIIH

SKEMA UTILITAS AIR LIMBAH

SKEMA UTILITAS KELISTRIKAN



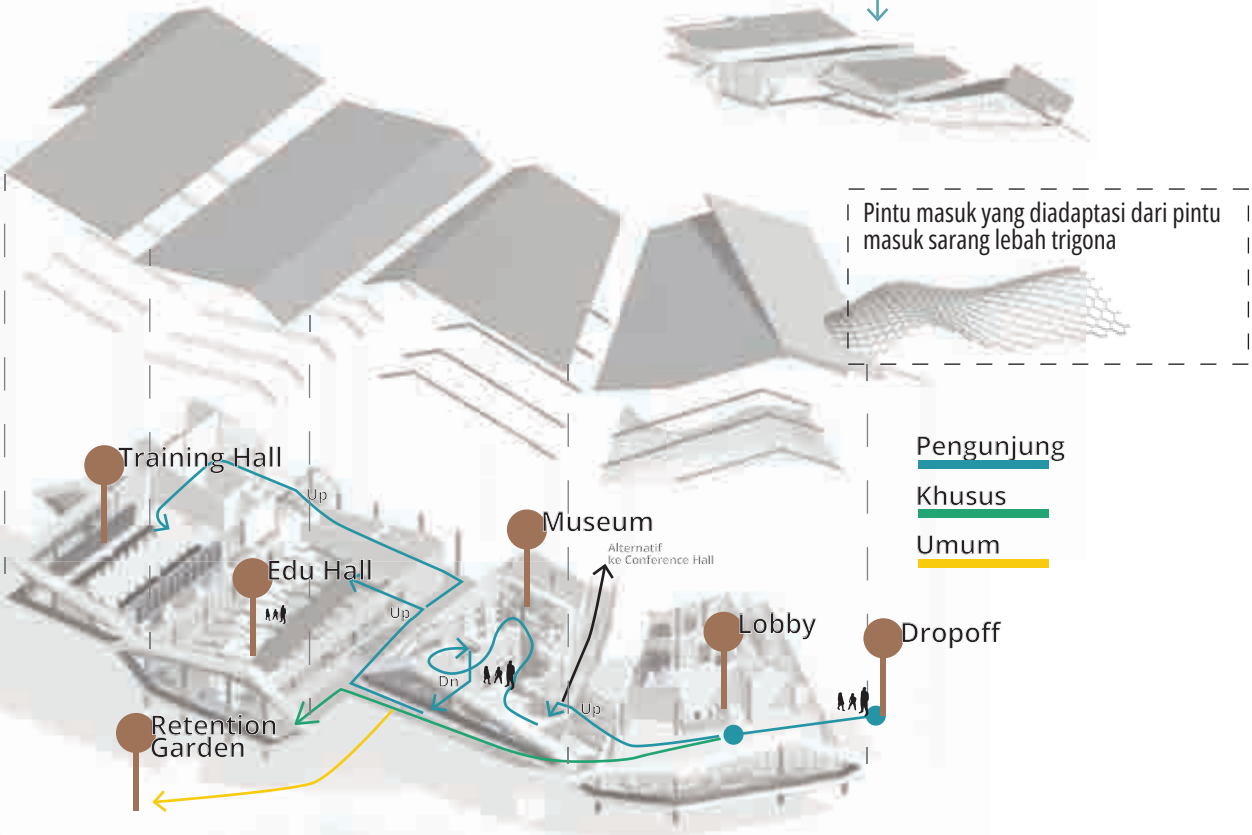
SKEMA KEAMANAN KEBAKARAN



AN-NAHL EDUPARK

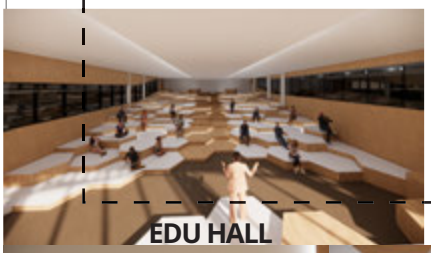
Edupark adalah bangunan utama dengan fungsi edukasi. Di dalamnya pengunjung akan merasakan memasuki sebuah tempat yang unik. Pengunjung akan menjelajahi bangunan ini dengan naik dan turun melewati berbagai elemen heksagon yang seolah-olah berada dalam sarang lebah.

Awal memasuki edupark, pengunjung disambut dengan hall dengan langit-langit sarang lebah heksagonal yang membentuk sebuah jalur menuju museum. Dalam museum pengunjung dapat mengenal lebah secara umum sebelum akan diajarkan lebih lanjut di edu hall dan dilatih menjadi peternak lebah di training hall

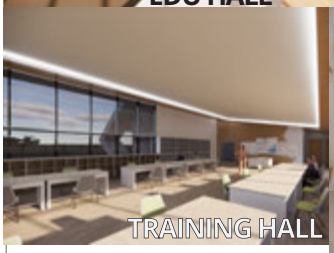


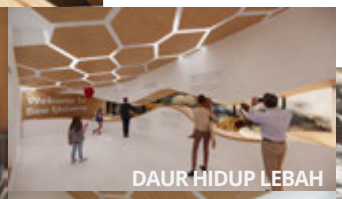
Turun Mengikuti kontur untuk membentuk amphiteater dalam edu hall

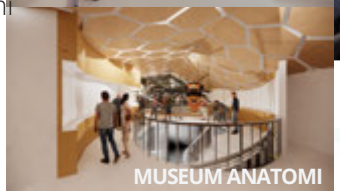
Naik Untuk menyambungkan Edupark dan Conference hall



Edu hall memiliki amphiteater yang disusun dari pola heksagonal sehingga seluruh pengguna berada di elevasi yang berbeda dan meluaskan pandangan ke panggung

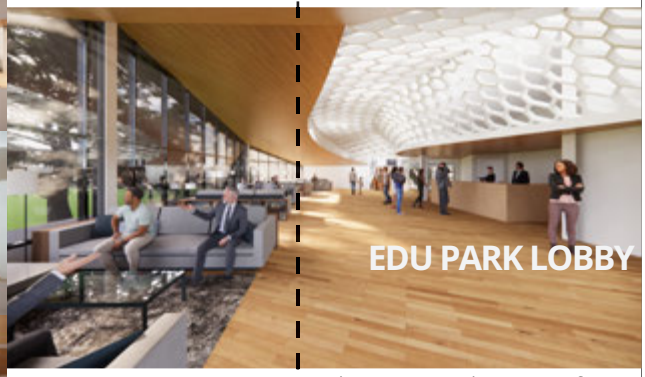






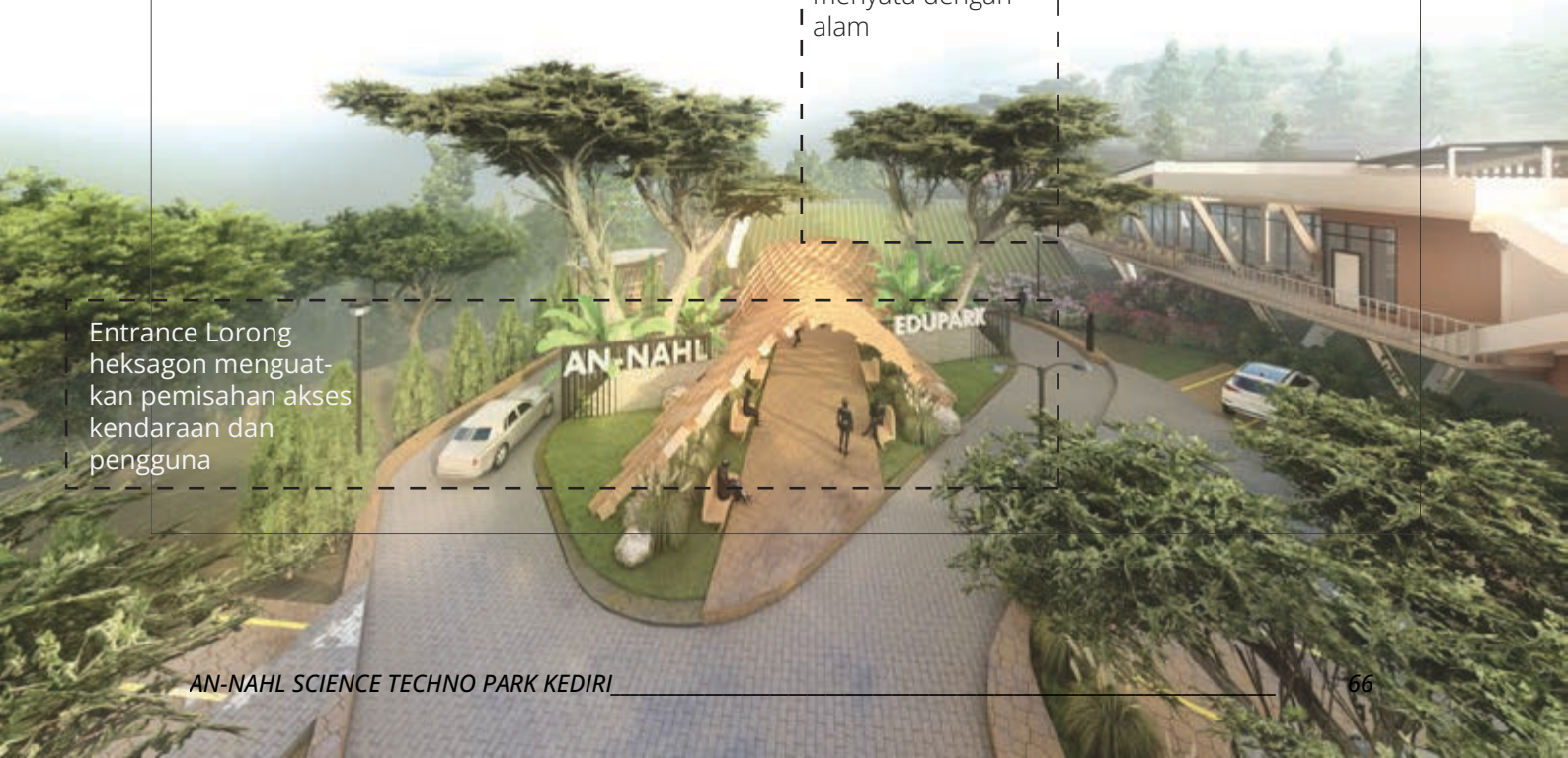
Museum memiliki alur mulai dari pengenalan lebah dalam lingkup Ekosistem hingga anatomi dan produk hasil

Seluruh sisi heksagon tidak lebih dari 60 cm, menyesuaikan modul kayu stup lebah agar dapat terjadi proses recycle



Selain menjadi *point of interest*, Plafon heksagon membentuk jalur yang mengarahkan pengunjung menuju museum

Fasad Bangunan dengan moss concretenya menciptakan citra menyatu dengan alam

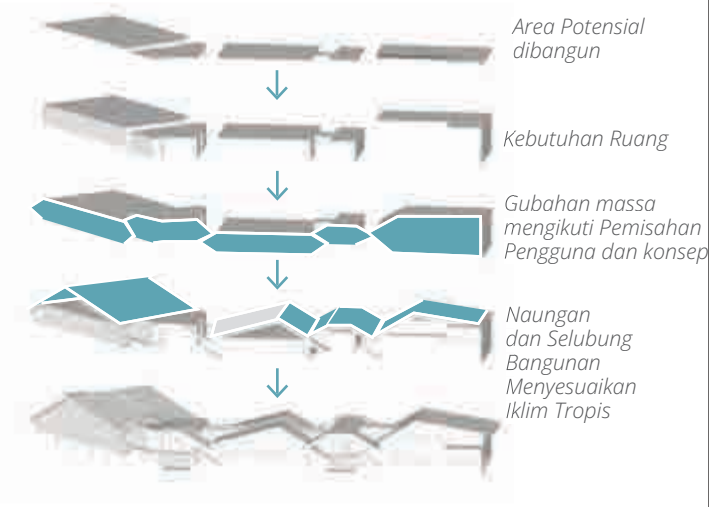


Entrance Lorong heksagon menguatkan pemisahan akses kendaraan dan pengguna

AN-NAHL FACTORY

An-Nahl Factory adalah bangunan utama yang memiliki fungsi Industriyakni untuk kegiatan pengolahan produk dari madu dan lebah. Selain itu pengunjung juga dapat melihat proses produksi yang berlangsung.

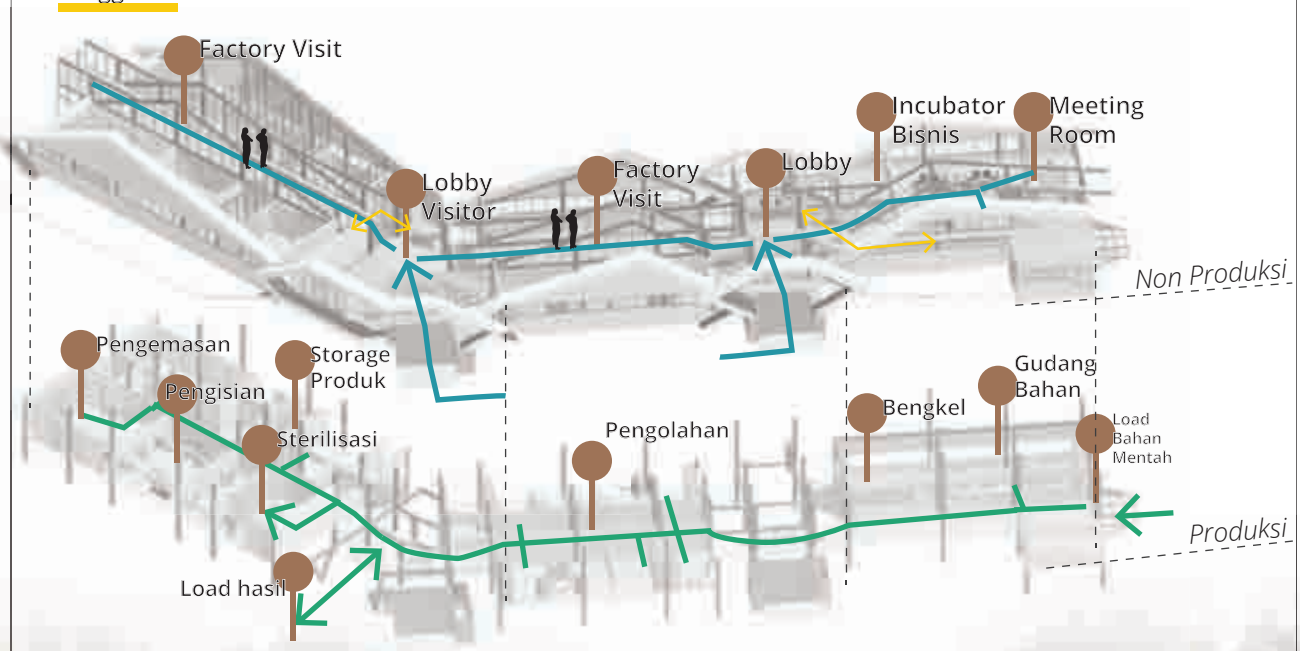
Kedua aktivitas ini tidak bersinggungan karena disediakan pemisahan level yang mengikuti konsep heksagon. Level bawah untuk aktivitas produksi, lantai atas (setengah) untuk non produksi.

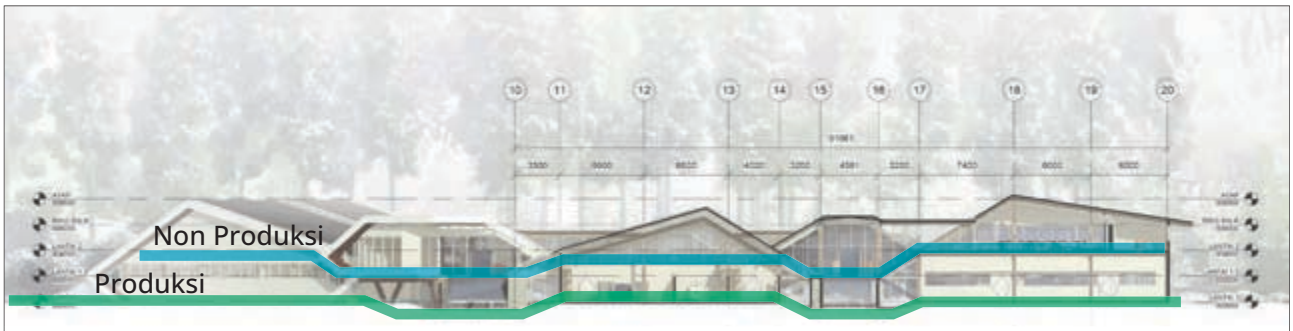


Pengunjung

Khusus

Tangga





Sky light ada di sepanjang selasar pengunjung sebagai pencahayaan alami

Menguatkan citra industri, Struktur diekspos dengan warna tembaga dipadukan dengan lantai vinyl kayu untuk mempertegas pemisahan zona

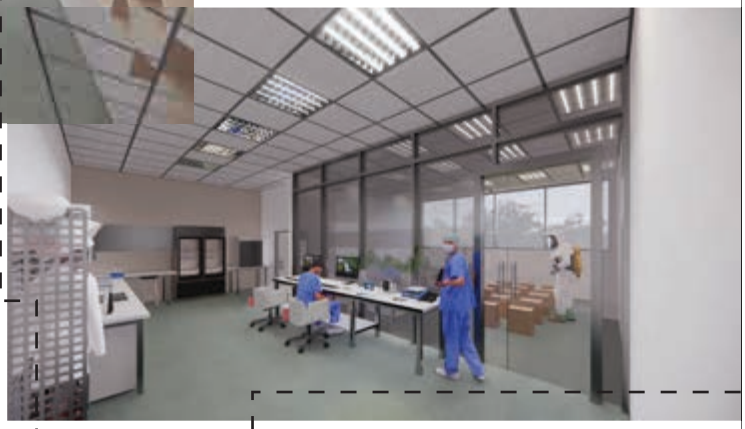
Ruang produksi menggunakan finish material yang mudah dibersihkan seperti penggunaan cat anti bakteri dan lantai epoxy

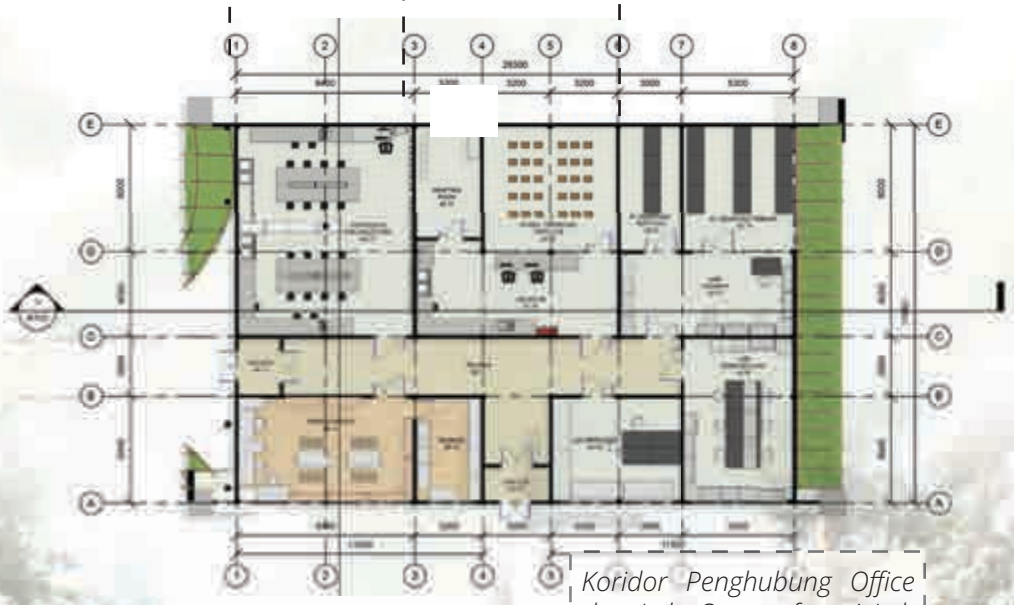
Pemisahan ruang steril dan tidak steril menggunakan dinding kaca dengan ventilasi melalui exhaust van

AN-NAHL LABORATORY

Interior lab menggunakan material anti bakteri dan mudah dibersihkan seperti lantai epoxy, cat anti bakteri, dan meja stainless

Lab Observasi lebah berfokus pada penelitian aktivitas lebah dengan lingkungan buatan yang terkontol. Ruang ini membutuhkan Sistem HVAC yang memadai

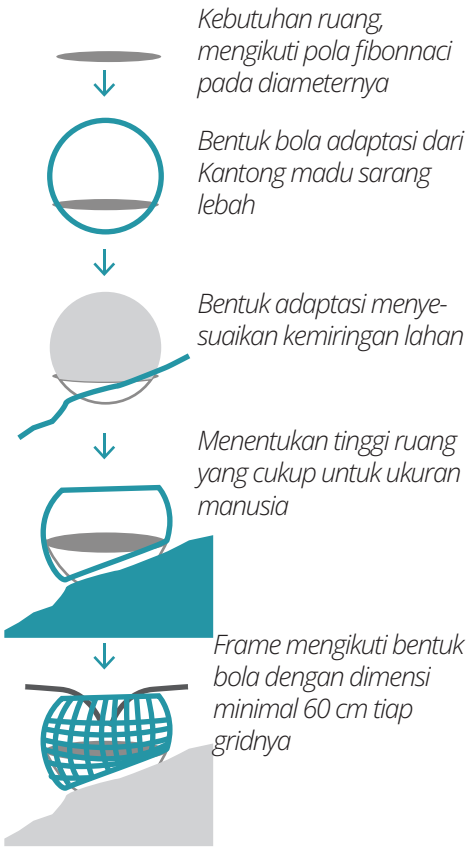




Koridor Penghubung Office dan Lab. Secara fungsi Lab merupakan bangunan bagian dari Office. Namun, untuk menghindari pohon, Lab didesain terpisah di area bebas pohon

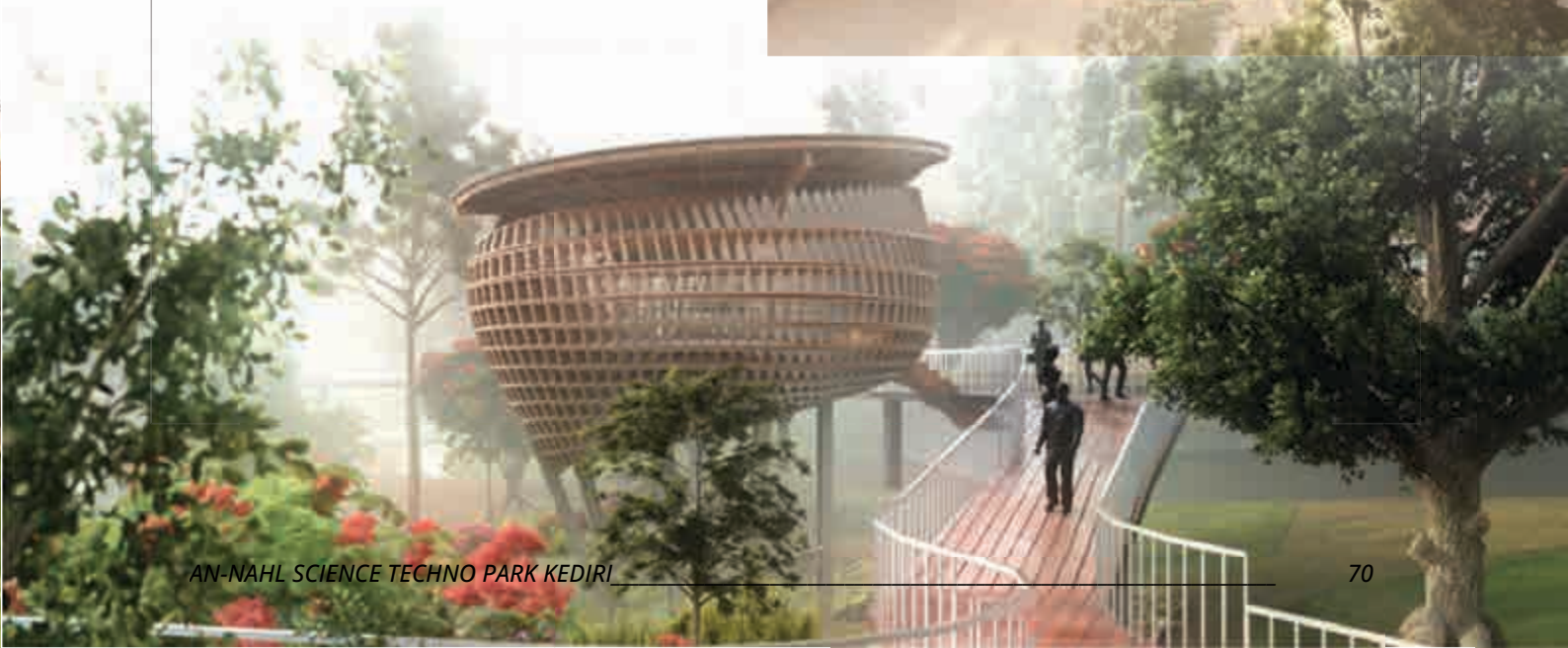
Fasad panel moss concrete

BEE HOUSE



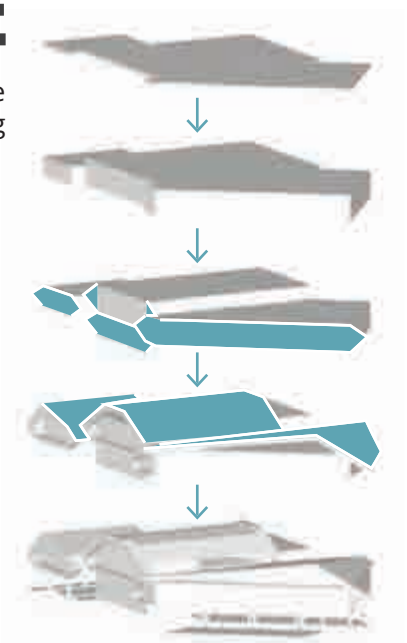
Bee House adalah Inovasi peternakan lebah modern. Koloni lebah selalu berkumpul dalam banyak kotak lebah. Dalam peternakan lebah modern kotak tersebut dapat dikumpulkan menjadi sebuah kandang atau rumah sehingga kontrol produksi madu lebih terjaga

Selubung Bee house adalah frame rak seukuran dimensi kotak lebah yang disusun secara radial mengikuti bentuk massa



AN-NAHL OFFICE

An-Nahl Office adalah kantor pusat pengelola An-Nahl Science Techno Park. Namun secara fungsi, terdapat beberapa ruang yang berada di luar bangunan ini seperti lab dan inkubator bisnis

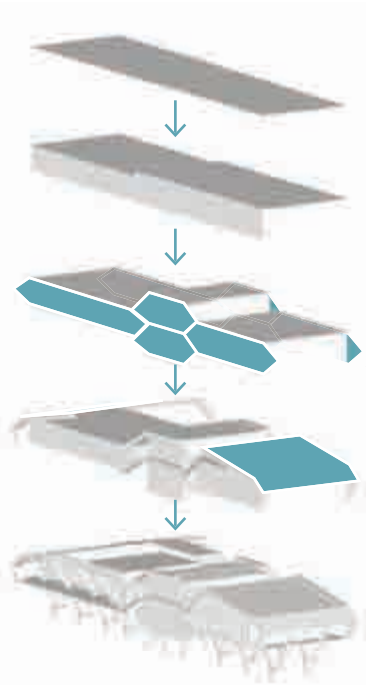


Interior Coworking space mencitrakan seolah diselimuti oleh sarang lebah. Pola heksagonal tersebut adalah sekat dinding yang berada di depan dinding kaca di balik ruang Inkubator bisnis

Interior lobby menegaskan sarang lebah yang menuntun pengguna untuk ke 3 arah yakni lurus ke lab, kanan ke kantor utama, dan kiri ke kantor kemitraan.

Fasad Office terkesan melayang karena hanya fasad heksagon hanya berada di lantai 1,5 dan lantai 2. sedangkan lantai satu dinding full kaca dan area parkir basement

AN-NAHL RESTO & APIARY SHOP



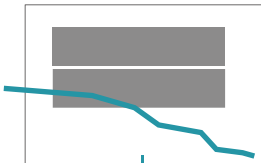
Pola heksagonal diterapkan pada penutup kolom sehingga bentuknya menyerupai cell ratu lebah yang lonjong berpola heksagon

erabot toko menggunakan modul kayu kotak lebah dan disusun menjadi rak display barang.

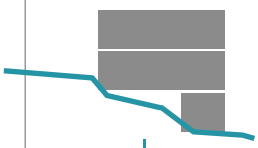
Bangunan resto dan toko memiliki 4 elevasi dengan kenaikan 2 meter (split level) yang ditopang oleh struktur panggung. Elevasi terbawah menjadi ruang penyimpanan dan teratas menjadi rooftop

AN-NAHL COTTAGE

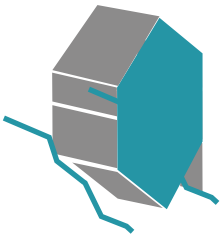
An-Nahl Cottage adalah fasilitas penunjang untuk para peserta pelatihan menginap, namun juga tetap dibuka untuk wisatawan



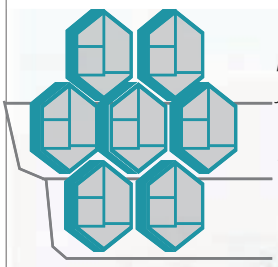
Karena kebutuhan ruang, cottage berstruktur panggung dan kantilever



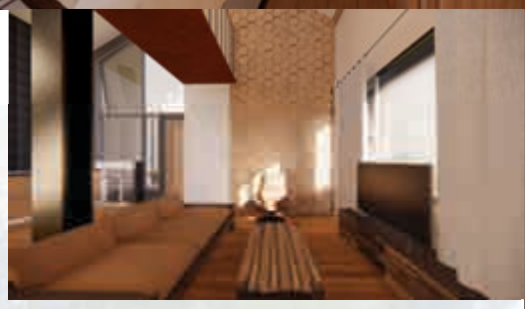
Efisiensi ruang, di antara struktur panggung diisi ruang kamar mandi



Fasad dibentuk hexagon. sisi depan berbentuk V sebagai tatakan pot tanaman



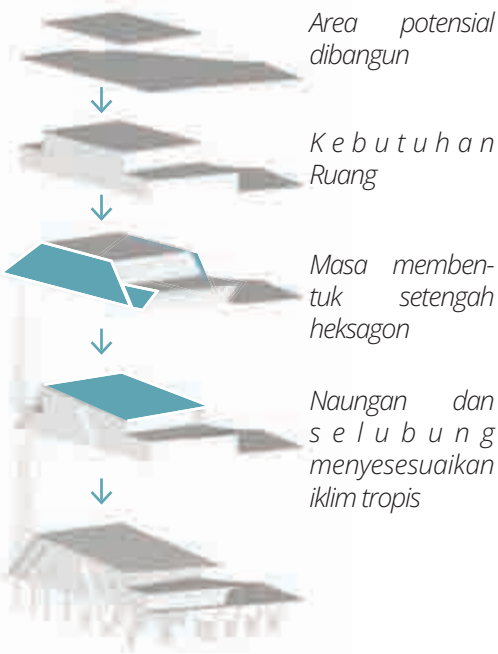
Fasad cottage disusun dari tampak menjadi pola heksagon yang berbeda elevasi dan kemunduran



Cottage terdiri dari 3 lantai dengan satu lantai basement yang berisi kamar mandi untuk memanfaatkan sisa ruang di antara struktur panggung

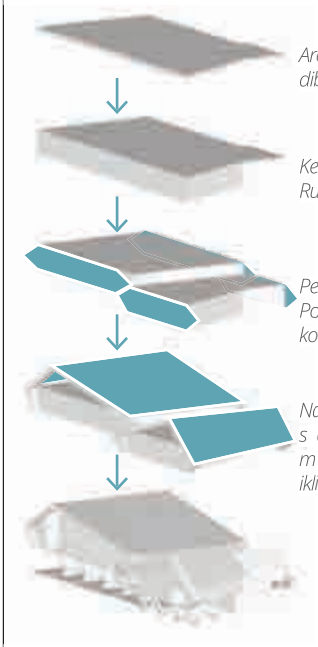
AN-NAHL MOSQUE

Untuk memberi kesan ikonik, masjid tetap menggunakan bentuk hexagon pada masa, namum dibelah menjadi setengah heksagon.



Penerapan heksagon pada masjid berbeda dengan objek lainnya. Heksagon pada masjid berupa kaligrafi yang dibentuk oleh lubang cahaya. Lubang cahaya ini adalah glassblock yang tersusun pada atap miring

AN-NAHL CONFERENCE HALL



An-Nahl Conference Hall adalah bangunan publik yang dapat disewakan untuk berbagai acara. Kapasitasnya mencapai 250 kursi dengan tambahan lobby hall yang bisa digunakan untuk sesi di luar acara.

Plafon akustik absorber berbentuk hexagon di desain dengan pola yang tidak terisi penuh namun menyambung.

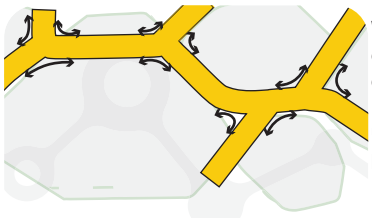
Warna putihnya selaras dengan warna vinyl lantai dan kursi sehingga memberi kesan lebih lega

Panel dinding fluted memberi kesan tajam yang sama kuatnya dengan plafon, sehing-ga 2 material ini bisa seakan menyambung

Parkir berada di basement untuk 20 mobil dan jika kekurangan dapat bergabung dengan parkir edu park

TRANSFORMASI BENTUK SERAT

Field Tour walkway mengikuti batas antar pola heksagon pada bee garden

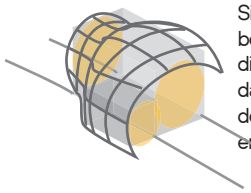


Walkway dibentuk dengan lebar 2,2 m dan disesuaikan kelengkungan sudutnya untuk area pemberhentian/istirahat

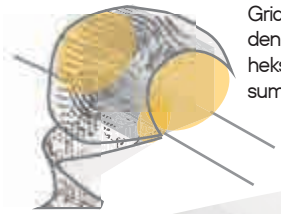
Walkway dibatasi ketinggiannya dari tanah(5 m) sehingga mengikuti kemiringan tanah

TRANSFORMASI BENTUK PINTU MASUK

Kebutuhan ruang menyesuaikan lebar jalan, ketinggian kendaraan dan ketinggian retaining wall



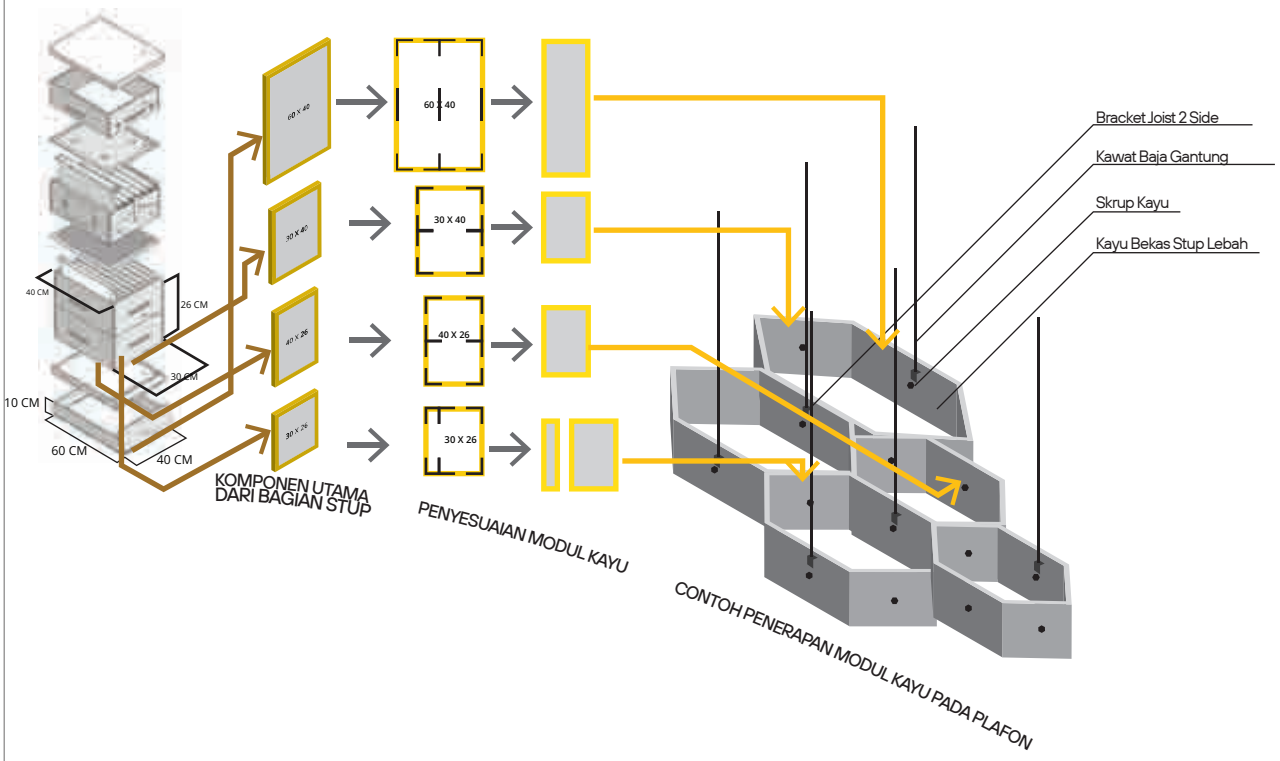
Sisi depan dan belakang gate dibentuk lingkaran dan disambungkan dengan grid segi empat

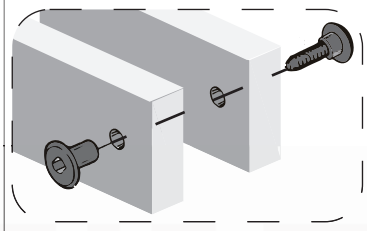


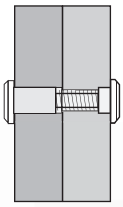
Grid segi empat diisi dengan pola heksagon mengikuti sumbu x dan y

SKEMA REUSE

KAYU STUP LEBAH

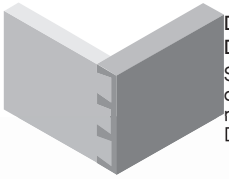






DETAIL SAMBUNGAN ANTAR POLA HEKSAGON

Sambungan antar pola heksagon menggunakan skrup yang ditanamkan pada kayu



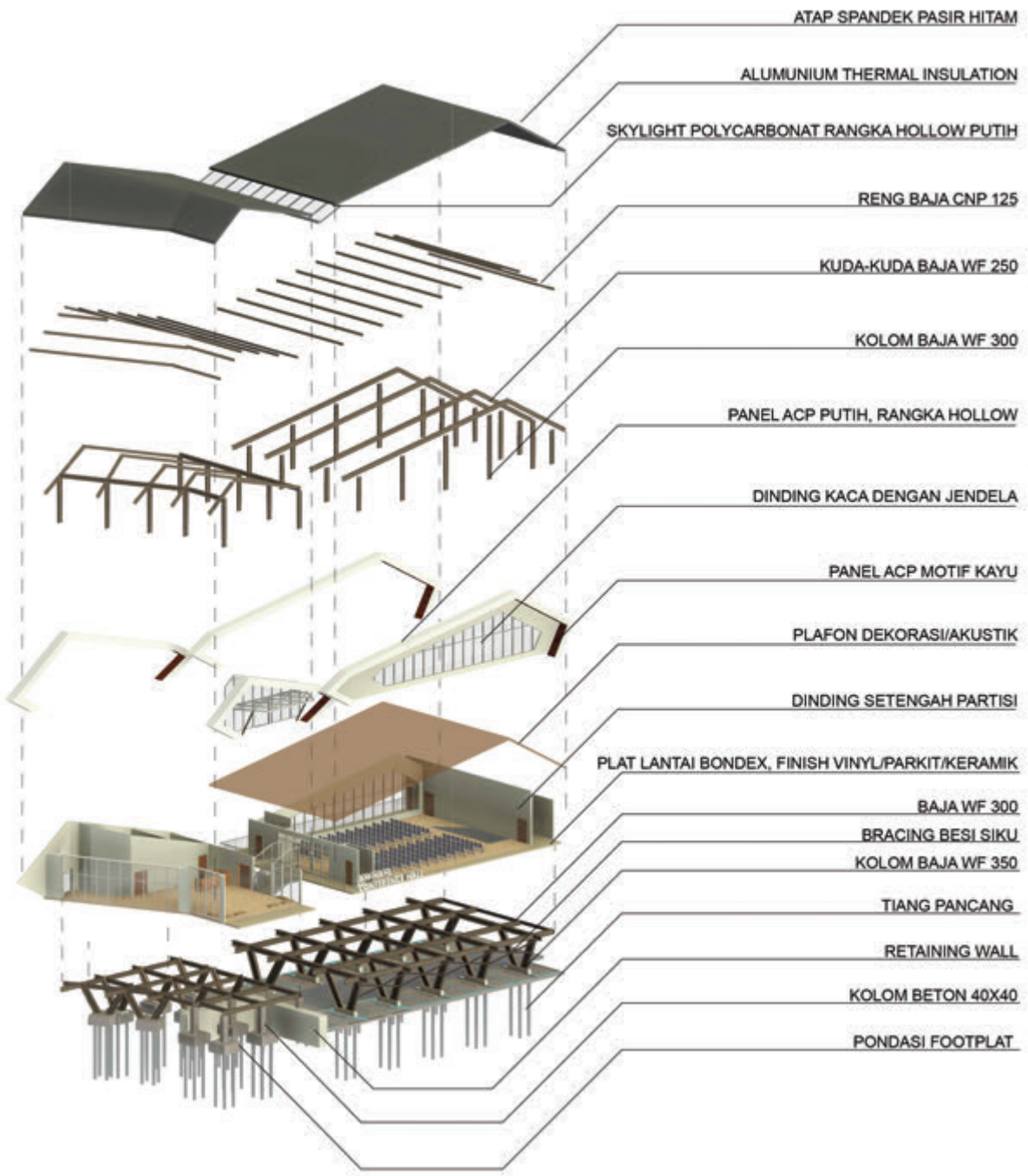
DETAIL SAMBUNGAN DALAM POLA HEKSAGON

Sambungan antar kayu dalam pola heksagon menggunakan tipe joint Dovetail.

SKEMA STRUKTUR

Bangunan

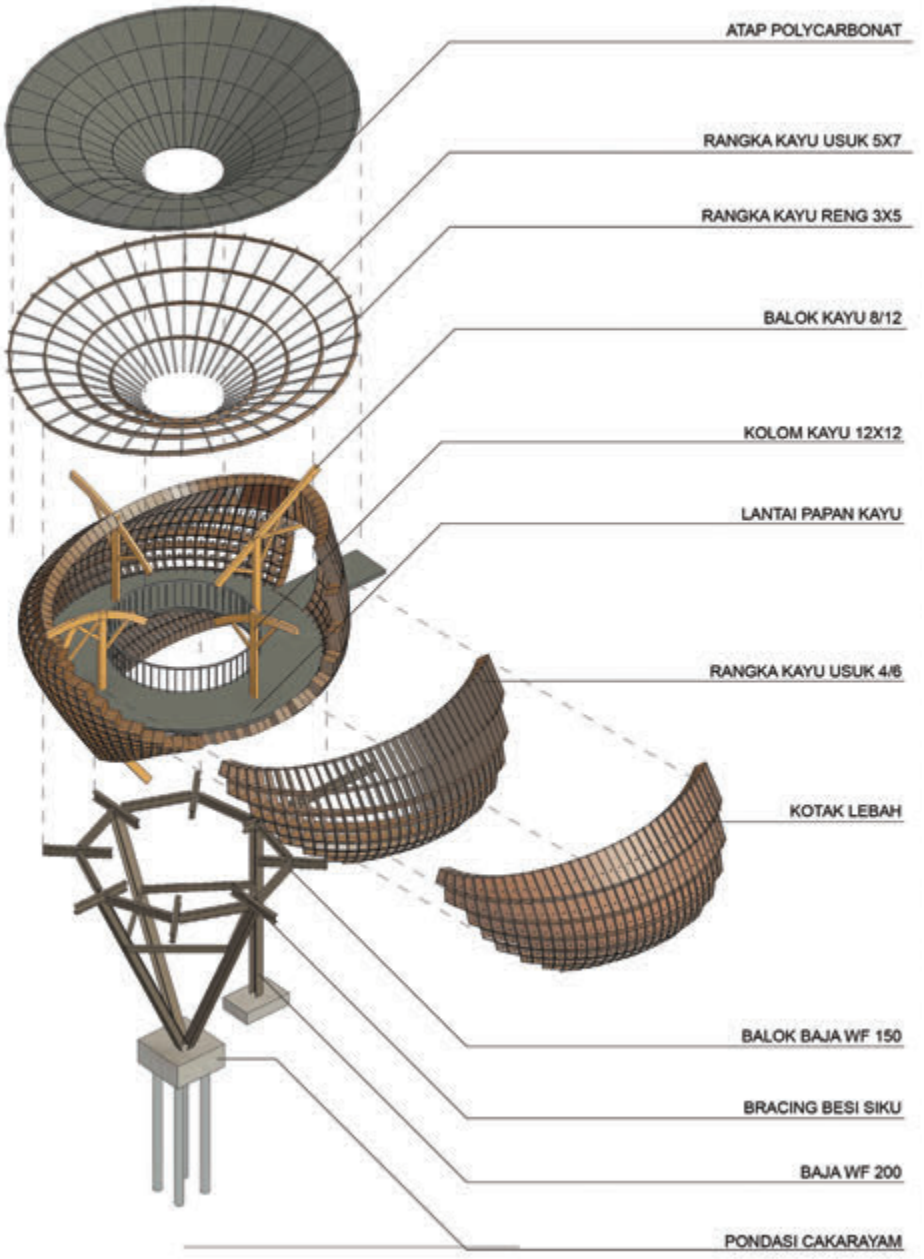
Struktur Utama Bangunan menggunakan sistem struktur panggung dengan kolom V untuk mengurangi pengolahan tanah dan penutupan bukaan tanah. Beberapa bangunan secara penuh menggunakan struktur panggung, adapula beberapa menggunakan separuh panggung jika masih memungkinkan untuk menapak site.



SKEMA STRUKTUR

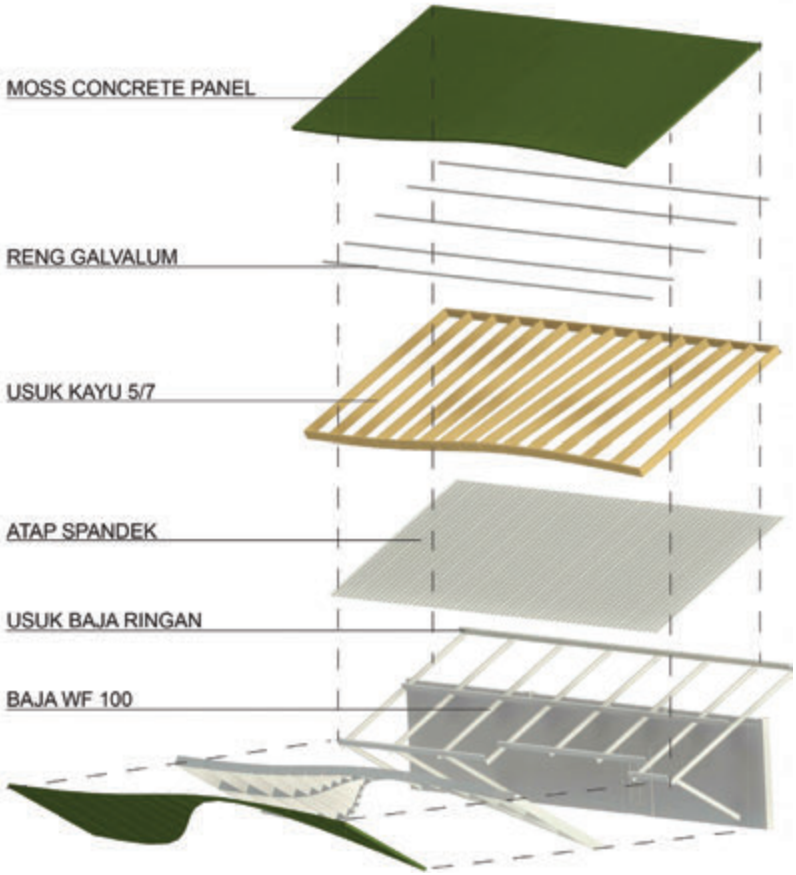
Bee House

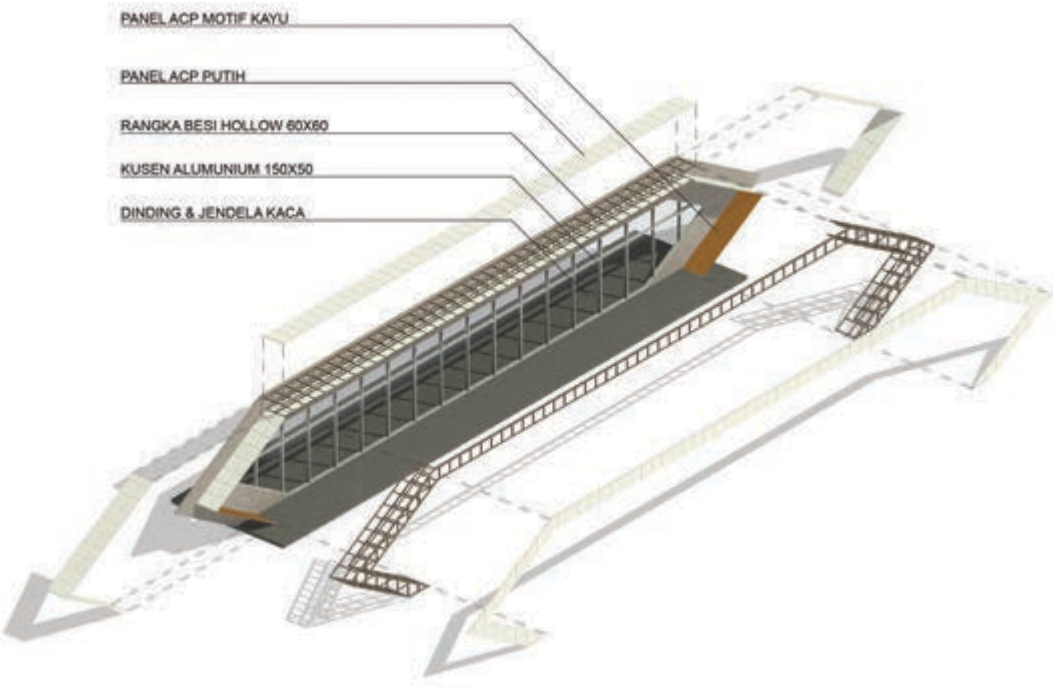
Struktur Utama Bee House menggunakan sistem struktur panggung dengan kolom V dan pondasi cakar ayam untuk menahan beban di lahan berlereng



DETAIL FASAD

Bee House





4 EVALUASI
HASIL PERANCANGAN

REVIEW EVALUASI HASIL RANCANGAN

1. Kejelasan Gambar

Finishing gambar menggunakan style realistis dengan menampilkan material sesungguhnya. Garis-garis perlu ditebalkan untuk memperjelas pembaca

2. Area Istirahat pada Walkway Field Trip

Total keseluruhan jalur pejalan kaki lebih dari 500 meter sehingga perlu ditambahkan area istirahat setiap 500 meter atau kurang.

3. Analisis Angin pada Tatanan Cottage

Cottage belum dilakukan analisis angin sehingga perlu diuji terlebih dahulu apakah tatanannya sudah sesuai dengan prinsip windward & leeward

4. Pertimbangan Iklim Tropis

Perlu mempertimbangkan iklim tropis dengan adanya beberapa perubahan seperti bentuk atap dan pernaungan pada bangunan.

5. Penambahan Peta Kawasan

Perlu penambahan peta kawasan yang memuat informasi tentang gambar area konservasi/tidak terbangun, area hutan, dan jalan masuk menuju site yang terbangun dari pemukiman

6. Penambahan Signage pada Kawasan

Perlu penambahan signage yang dapat mengarahkan pengunjung menuju site yang terbangun

7. Penambahan Tipe Cottage

Perlu penambahan tipe cottage yang segmentasinya untuk pengunjung personal/couple atau yang hanya membutuhkan ruang secukupnya untuk menginap.

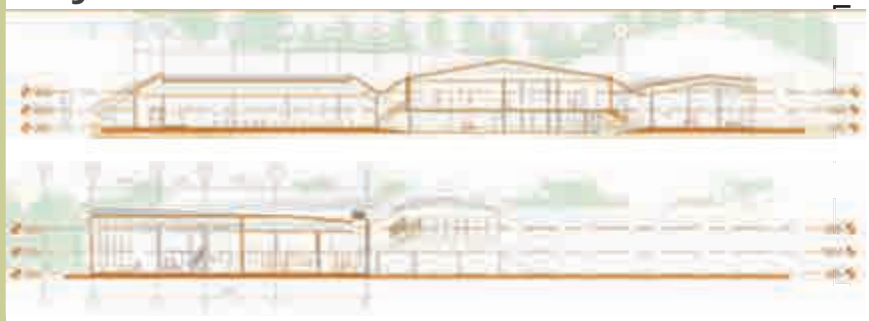
8. Penambahan Area Putar Buggy Car

Bangunan Cottage harus dapat diakses oleh *buggy car* atau kendaraan kecil lainnya untuk mengantarkan pengunjung khususnya pada situasi yang tidak mendukung. Jalur Pejalan kaki pada desain sebelumnya sudah dapat digunakan untuk *Buggy Car*, namun perlu penambahan area putar balik.

HASIL PENYEMPURNAAN RANCANGAN

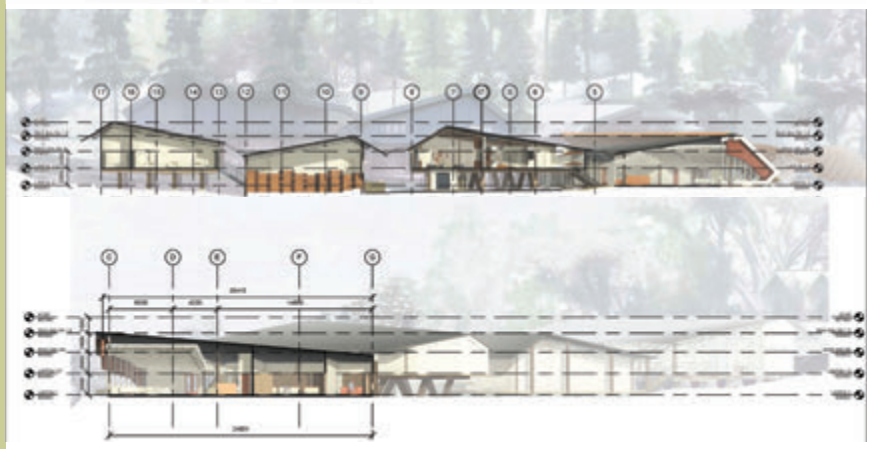
1 KEJELASAN GAMBAR

SEBELUM



gambar terlihat tipis dan samar sehingga kurang komunikatif untuk menyampaikan informasi detail

SESUDAH



gambar terlihat lebih jelas dengan material yang ditampilkan, sehingga gambar lebih komunikatif

2 AREA ISTIRAHAT PADA *WALKWAY FIELD TRIP*

SEBELUM

Seluruh area walkway (merah) tidak ada area istirahat

SESUDAH

Dalam walkway ada 2 area istirahat yang memiliki naungan dan 3 persimpangan yang dilebarkan bisa menjadi area istirahat

3 ANALISIS ANGIN PADA TATANAN COTTAGE

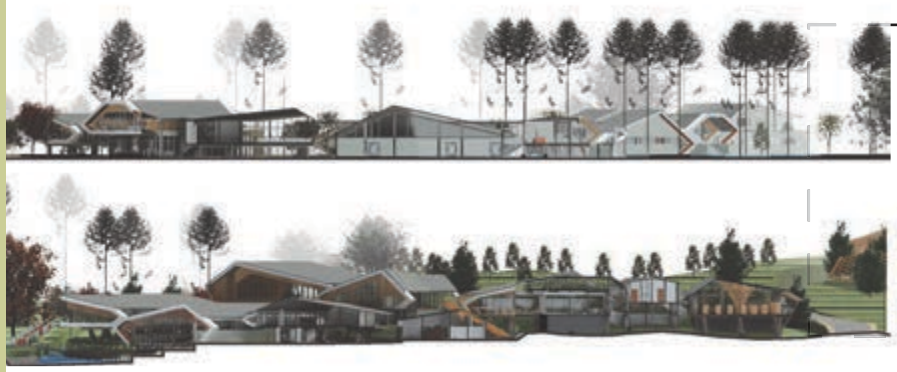
Tidak ada perubahan dalam tatanan massa karena bangunan sudah tertata secara zig-zag dan berada di elevasi yang berbeda tiap barisnya. Sehingga angin tetap dapat tersebar merata di seluruh area.

4 PERTIMBANGAN IKLIM TROPIS

SEBELUM

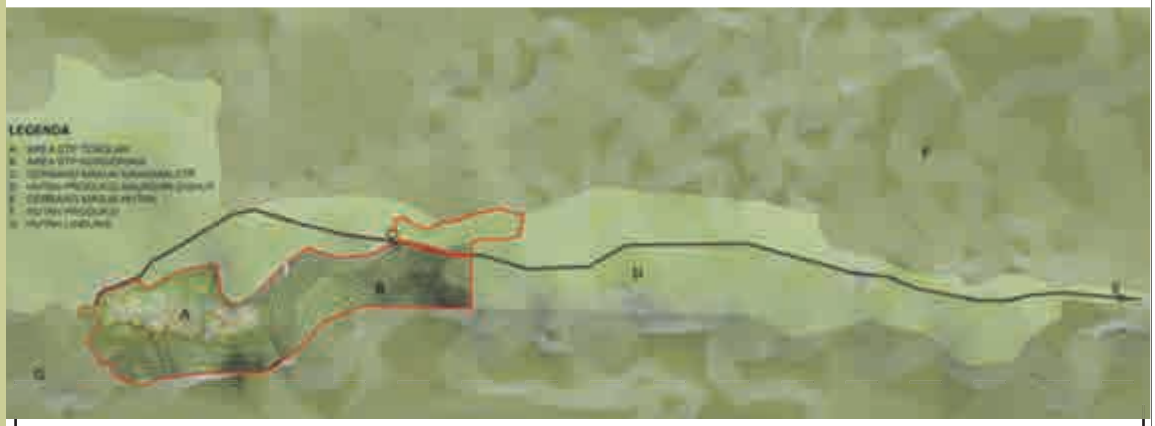
kemiringan atap landai karena mempertahankan bentuk heksagon dan tidak ada naungan-naungan tambahan pada fasad

SESUDAH



Kemiringan atap disesuaikan dengan regulasi sehingga ketinggian atap tidak lebih dari 10 meter dan terdapat beberapa tambahan naungan pada fasad

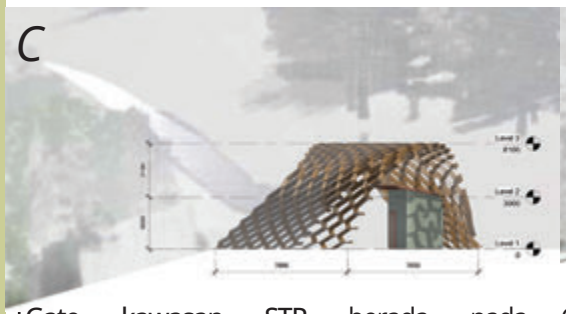
5 PENAMBAHAN PETA KAWASAN



Dari 100 ha kawasan hutan produksi naungan Dinas Kehutanan. Kawasan 10 ha yang dipilih menjadi site Science Techno Park, namun perancangan berfokus pada area 3 hektar yang berada di area eksisting. Area eksisting merupakan bekas dari resort milik dinas kehutanan.

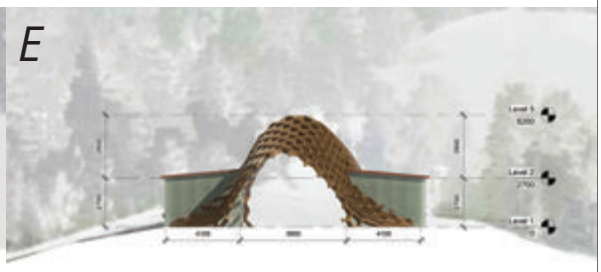
6 PENAMBAHAN SIGNAGE PADA KAWASAN

C



Gate kawasan STP berada pada persimpangan Jalan utama hutan. Bentuk gate diadaptasi dari bentuk pintuk masuk sarang lebah trigona

E



Gate Kawasan Hutan membatasi area pemukiman dan hutan produksi. Bentuk gate diadaptasi dari bentuk pintuk masuk sarang lebah trigona yang ditambah pos di samping kanan-kiri.

7 PENAMBAHAN TIPE COTTAGE

Penambahan 1 tipe cottage dengan lantai 1 berisi 1 kamar tidur, living room, pantry, balkon dan teras. Lantai dasar berisi 1 kamar mandi yang berada di bawah kamar 1. Kamar mandi pada lantai dasar memanfaatkan kemiringan tanah.

8 PENAMBAHAN AREA PUTAR *BUGGY CAR*

Cottage tipe personal/couple berada pada 2 area yang berbeda untuk memberikan 2 opsi view yang berbeda. Area putar *buggy car*(area yang dilingkari) berada di ujung akses cottage dengan dimensi 5x5 meter.

SEBELUM

SESUDAH

5 PENUTUP

KESIMPULAN

Tugas akhir ini merancang kawasan An-Nahl Science Techno Park sebagai pusat edukasi, industri, riset, dan wisata berbasis budidaya lebah madu di Desa Joho, Kabupaten Kediri. Kawasan ini diinisiasi oleh Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur sebagai respons terhadap potensi besar Indonesia dalam bidang perlebahan yang belum dimanfaatkan secara optimal, serta sebagai upaya untuk menjawab permasalahan menurunnya kualitas sumber daya alam akibat kerusakan lingkungan.

Perancangan kawasan menghadapi dua isu utama, yaitu isu lingkungan karena lokasinya berada di dalam kawasan hutan produksi, dan isu citra karena lokasinya jauh dari pusat kota. Untuk menjawab kedua isu tersebut, pendekatan biomimikri diterapkan sebagai landasan utama desain. Pendekatan ini diterjemahkan dalam konsep besar Be a Bee, yaitu meniru cara lebah berinteraksi dengan alam, yang dikembangkan menjadi tiga konsep mikro: Trail (jalur), Way (cara), dan Hive (sarang), berdasarkan prinsip nature as measure, nature as mentor, dan nature as model.

Konsep Trail menghasilkan rancangan lanskap ekologis yang mengarahkan jalur lebah melalui taman berbunga tahunan (pollinator garden), taman berbunga musiman berbasis pola Fibonacci (bee garden), dan retention garden sebagai pengelola limpasan air. Ketiga konsep tersebut dibentuk melalui analisis vegetasi, analisis jalur lebah, dan analisis kemiringan lereng pada tapak. Konsep Hive merujuk pada bentuk-bentuk alami sarang lebah trigona seperti sel heksagon, kantong madu, dan pintu masuk sarang yang diterapkan ke dalam bentuk bangunan, elemen dekoratif, dan jalur wisata. Konsep Way diwujudkan melalui strategi tapak dan struktur seperti penggunaan struktur panggung kolom V, pemanfaatan pola Fibonacci dalam pembagian lahan, dan penggunaan kayu bekas stup lebah sebagai elemen dekoratif modular.

Rancangan menghasilkan pembagian kawasan menjadi berbagai fungsi, yaitu bangunan utama An-Nahl Edupark sebagai pusat edukasi dan wisata, An-Nahl Factory sebagai pusat industri dan inkubasi, laboratorium lebah, serta fasilitas penunjang seperti restoran, toko, masjid, hall, kantor, dan cottage. Sistem utilitas kawasan umumnya menggunakan sistem terpusat, dengan penyesuaian khusus seperti pengolahan air limbah dan konservasi air hujan.

Evaluasi hasil rancangan dilakukan dua kali, yakni ketika preview dan siding tugas akhir. Evaluasi ini menghasilkan beberapa revisi seperti penambahan area istirahat di jalur wisata (walkway), perbaikan bentuk atap untuk adaptasi iklim tropis, penyesuaian tampilan denah kawasan, penambahan signage luar tapak, pengembangan tipe cottage menjadi dua segmen, serta pengadaan area putar untuk kendaraan buggy car yang mendukung kenyamanan wisatawan di kawasan berbukit.

Dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan biomimikri dalam rancangan An-Nahl Science Techno Park mampu menjawab tantangan ekologis untuk menjaga

keseimbangan alam dan citra Kawasan untuk menarik wisatawan. Desain ini tidak hanya menjaga keberlanjutan alam melalui intervensi rendah, tetapi juga menghasilkan ruang yang edukatif, inovatif, dan menarik secara arsitektural serta kontekstual. Rancangan ini diharapkan dapat menjadi model desain kawasan hutan yang harmonis antara konservasi dan pengembangan.

SARAN

Berdasarkan proses perancangan dan evaluasi dalam tugas akhir ini, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan perancangan atau penelitian selanjutnya:

Dalam bidang desain arsitektur, perancangan ini belum sepenuhnya menghindari penebangan pohon karena tetap mempertimbangkan aspek estetika untuk menjawab isu citra kawasan. Untuk itu, disarankan adanya studi dan perbandingan desain dengan pendekatan ekstrem, yaitu perancangan yang sepenuhnya menghindari penebangan pohon. Perancangan tersebut akan lebih menantang karena memerlukan data yang lebih detail dan akurat, seperti peta titik koordinat pohon eksisting dan peta kontur terbaru dari kawasan tapak. Pendekatan ini juga dapat memberikan perspektif baru dalam pengembangan arsitektur konservatif di kawasan hutan.

Dalam bidang penelitian lingkungan dan ekologi, jalur pergerakan lebah menjadi topik yang sangat potensial untuk dikaji lebih lanjut. Penelitian mengenai pola pergerakan lebah berdasarkan musim mekar tanaman dapat membuka peluang penerapan dalam perancangan ekosistem dan arsitektur berkelanjutan. Kajian ini juga dapat mendukung pemetaan mikrohabitat, pengembangan sistem pertanian terpadu, dan penciptaan lanskap ekologis yang lebih adaptif terhadap kondisi lokal.

Dalam bidang perancangan kawasan dan lanskap, perlu dilakukan pengembangan desain lanjutan pada area luar tapak utama, khususnya jalur dan kawasan hutan produksi menuju lokasi proyek. Saat ini, area tersebut masih belum memiliki rancangan yang terintegrasi secara fungsional maupun visual. Padahal, kawasan ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai ruang komersial berbasis alam, seperti wisata luar ruang (outdoor), taman edukatif, atau taman hutan berbasis konservasi. Dengan rancangan lanjutan yang tepat, kawasan ini dapat memperkuat kesinambungan fungsi antara tapak utama dan kawasan penyangga di sekitarnya.

Daftar Pustaka

[1] "Tafsir Surat An-Nahl Ayat 68-69: Keistimewaan Lebah dalam Al-Quran." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://tafsiralquran.id/tafsir-surat-an-nahl-ayat-68-69-keistimewaan-lebah-dalam-al-quran/

[2] A. R. Q. Atsani, H. Fikra, Tamami, dan Naan, "Khasiat Madu bagi Kesehatan Tubuh: Studi Takhrij dan Syarah Hadis".

[3] "Informasi Parameter Iklim | BMKG." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim

[4] A. Salehizadeh, M. Khodagholi, dan A. Gandomkar, "Temperature Conditions for Determination of Beekeeping Regions in the Light of Climate Change. Case study: Fars Province," Environmental and Climate Technologies, vol. 24, no. 1, hlm. 88–104, Jan 2020, doi: 10.2478/rtuect-2020-0006.

[5] "PROSPEK AGRIBISNIS LEBAH MADU." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://fapet.ipb.ac.id/index.php/direktori/2016-06-08-01-43-33/berita/1045-prospek-agribisnis-lebah-madu

[6] Pusat Perlebahan APIARI Pramuka, Lebah madu : Cara beternak dan pemanfaatan / Pusat Perlebahan APIARI Pramuka, 979-489-671–3 ed. 2008. Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://inlislite.uin-suska.ac.id/opac/detail-opac?id=9559

[7] "Honey in Indonesia | The Observatory of Economic Complexity." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://oec.world/en/profile/bilateral-product/honey/reporter/idn

[8] Mulyono, T. Susdiyanti, B. Supriono, T. Mulyono, & Susdiyanti, dan S. Bambang, "KAJIAN KETERSEDIAAN PAKAN LEBAH MADU LOKAL (Apis cerana Fabr.)," Jurnal Nusa Sylva, vol. 15, no. 2, hlm. 18–26, 2015.

[9] I. A. Haidir, N. Mubin, dan B. Sulistyantara, "Pra Studi Kelayakan Science Technopark Jatim."

[10] M. A. Rizati, "Produksi Madu Nasional Fluktuatif pada 2016-2020." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/08/04/produksi-madu-nasional-fluktuatif-pada-2016-2020

[11] R. Kumbolo dan T. N. Bts, "KEHUTANAN DALAM ANGKA PROVINSI JAWA TIMUR TAHUN 2013-2017."

[12] Badan Pusat Statistika, "Kabupaten Kediri Dalam Angka 2022."

[13] Badan Pusat Statistika, "Kecamatan Semen Dalam Angka 2021."

[14] dan Pembelajaran, S. Muhammad Ilham, adatul Kamilah, M. Haniif Khoirulloh Rosyid, L. Rihatul Hima, dan A. Dwi Handayani, "Seminar Nasional Pemberdayaan Kelompok Desa Wisata dalam Upaya Penguatan Payung Hukum Lembaga Desa Wisata Joho".

[15] K. S. N. Indonesia, "Peraturan Presiden Nomor 106 tahun 2017 tentang Kawasan Sains dan Teknologi" [Daring]. Tersedia pada: www.peraturan.go.id

[16] K. L. H. Kehutanan, "Permen LHK Nomor 13 Tahun 2020".

[17] "U of G Planning Iconic Honey Bee Research Centre - U of G News." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://news.uoguelph.ca/2019/09/u-of-g-planning-iconic-honey-bee-research-centre/

[18] "HIVE – OpenIdeas Architects." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://openideas.co.in/portolio/hive/

[19] "Eastgate Building Harare." Diakses: 15 September 2024. [Daring]. Tersedia pada: https://www.mickpearce.com/Eastgate.html

[20] C. J. Mutazzi, "BIOMIMICRY ARCHITECTURE : Structures improving by imitating nature".

[21] J. M. Benyus, Biomimicry: Innovation Inspired by Nature.