



LAPORAN PERANCANGAN TUGAS AKHIR

**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY
RESEACRH LABORATORY: FASILITAS
RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT
MARWAH ALAM KOTA BATU**

PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2026

ALIF PUTRA AULIA - 220606110064
ANGGA PERDANA, M.Ars.
Dr. NUNIK JUNARA, 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:
ALIF PUTRA AULIA
220606110064

Judul Tugas Akhir : **GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEACRH LABORATORY:
FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA
BATU**
Tanggal Ujian : **SENIN, 18 Mei 2026**

Disetujui oleh:

Ketua Penguji



Dr. Agus Subaqin, M.T.
NIP. 19740825 200901 1 006

Anggota Penguji 1



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

Anggota Penguji 2



Angga Perdana, M.Ars.
NIP. 19940711 202203 1 003

Anggota Penguji 3



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

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Arsitektur




Dr. Agus Subaqin, M.T.
NIP. 19740825 200901 1 006

LEMBAR KELAYAKAN CETAK

Laporan Tugas Akhir yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Alif Putra Aulia

NIM : 220606110064

Judul Tugas Akhir : **GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEACRH LABORATORY:
FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA
BATU**

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:

Dosen Pembimbing 1



Angga Perdana, M.Ars.
NIP. 19940711 202203 1 003

Dosen Pembimbing 2



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

PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Alif Putra Aulia
NIM : 220606110064
Program Studi : Teknik Arsitektur
Fakultas : Sains dan Teknologi

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

GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan 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, 25 Mei 2026
Yang membuat pernyataan,



Alif Putra Aulia
220606110064

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "*Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory*" ini dengan baik dan tepat waktu.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Arsitektur, serta sebagai bentuk implementasi dari proses pembelajaran akademik yang telah ditempuh. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis berupaya mengembangkan gagasan perancangan yang berfokus pada integrasi antara penelitian, edukasi, dan keberlanjutan lingkungan, **khususnya dalam upaya menjaga marwah alam Kota Batu.**

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran selama proses perancangan berlangsung.
2. Dosen penguji yang telah memberikan masukan berharga demi penyempurnaan karya ini.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Arsitektur yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa studi.
4. Keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah berbagi semangat, diskusi, dan bantuan selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca serta perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang arsitektur berkelanjutan dan teknologi pertanian.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Malang, 2026
Alif Putra Aulia

DAFTAR ISI

ABSTRAK

ABSTRACT

ملخص

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	2
1.2 Ruang Lingkup Perancangan	5
1.2.1 Profil Proyek	5
1.2.2 Tipe Pengguna	5
1.2.3 Klasifikasi Fungsi	5
1.2.4 Konteks Fisik Tapak	7
1.3 Kajian Standar dan Peraturan	8
1.3.1 Regulasi Tapak	8
1.3.2 Standar dan Klasifikasi Laboratorium	8
1.3.3 Standar Sistem Keamanan dan Keselamatan Laboratorium	9
1.4 Maksud dan Tujuan Perancangan	10
1.4.1 Maksud	10
1.4.2 Tujuan	10
1.5 Tinjauan Preseden	11
1.6 Kajian Pendekatan Desain	14
1.6.1 Landasan Teori	14
1.6.2 Prinsip Desain	14
1.7 Strategi Desain	15

BAB II PENELITIAN KONSEP PERANCANGAN

2.1 Analisis Pengguna	18
2.1.1 Pengguna Utama	18
2.2 Analisis Aktivitas & Zonasi	21
2.2.1 Diagram Aktivitas Pengguna	21
2.2.2 Diagram Keterhubungan Fungsi	22
2.3 Analisis Besaran Ruang	23
2.3.1 Prototipe Tata Letak Fasilitas Laboratorium	23
2.3.2 Block Plan Kawasan	27
2.4 Analisis Kawasan Makro	29
2.5 Analisis Bentuk	31
2.5.1 Orientasi Tata Letak Massa	31
2.5.2 Kenyamanan Angin	32
2.5.3 Pencahayaan Alami	33
2.5.4 Manajemen Limpasan Air Hujan	34
2.6 Analisis Kualitas Ruang	35
2.7 Analisis Tapak Mikro	38
2.7.1 Elemen Hardscape	38
2.7.2 Elemen Softscape	39
2.8 Analisis Struktur	41
2.9 Analisis Utilitas	42

2.9.1 Sistem Distribusi Listrik	42
2.9.2 Sistem Distribusi Air pada Tapak	43
2.9.3 Manajemen Sampah dan Limbah pada Tapak	44
2.10 Konsep Perancangan	45
2.10.1 Konsep Bentuk	46
2.10.2 Konsep Tapak	46
2.10.3 Konsep Struktur	47
2.10.4 Konsep Utilitas	47
BAB III PENGEMBANGAN KONSEP DAN HASIL PERANCANGAN	
3.1. Hasil Rancangan Tapak	49
3.2 Hasil Rancangan Bentuk	49
3.3 Hasil Rancangan Ruang	50
3.4 Hasil Rancangan Struktur & Utilitas	50
BAB IV EVALUASI HASIL PERANCANGAN	
4.1 Simulasi	51
BAB V PENUTUP	52
5.1 Penutup	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	58

ABSTRAK

Perkembangan sektor pertanian menghadapi berbagai tantangan akibat degradasi lingkungan, perubahan iklim, serta meningkatnya kebutuhan terhadap inovasi teknologi yang mampu mendukung produktivitas secara berkelanjutan. Kota Batu sebagai salah satu wilayah dengan potensi pertanian yang tinggi memerlukan fasilitas penelitian yang mampu mengintegrasikan kegiatan riset, edukasi, dan pengembangan teknologi pertanian dalam satu kawasan terpadu. Oleh karena itu, dirancang Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory sebagai fasilitas riset yang berorientasi pada pelestarian lingkungan sekaligus mendukung pengembangan bioteknologi pertanian.

Perancangan ini bertujuan mewujudkan fasilitas penelitian yang mampu mengakomodasi kebutuhan laboratorium modern dengan tetap mempertahankan karakter ekologis kawasan. Pendekatan arsitektur berkelanjutan diterapkan melalui pengolahan tapak, bentuk bangunan, ruang, struktur, dan utilitas yang saling terintegrasi dengan kondisi alam setempat. Analisis dilakukan terhadap kondisi tapak, orientasi matahari, arah angin, topografi, aksesibilitas, serta kebutuhan fungsional laboratorium sebagai dasar dalam penyusunan konsep perancangan.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa kawasan penelitian dirancang sebagai living green laboratory yang menghubungkan aktivitas riset dengan lanskap pertanian melalui sistem ruang yang adaptif dan berkelanjutan. Massa bangunan dikembangkan berdasarkan respon terhadap iklim dan kondisi tapak untuk meningkatkan efisiensi energi serta kenyamanan pengguna. Pengolahan ruang luar dilakukan melalui penyediaan bio-boulevard, area konservasi, ruang edukasi, greenhouse, serta lahan demonstrasi pertanian yang mendukung aktivitas penelitian dan pembelajaran. Sistem struktur menggunakan baja prefabrikasi yang fleksibel, sedangkan utilitas dirancang dengan prinsip efisiensi melalui pemanfaatan energi terbarukan, pengelolaan air hujan, sistem drainase berkelanjutan, dan pengolahan limbah terpadu.

Melalui penerapan konsep tersebut, Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory diharapkan mampu menjadi pusat penelitian pertanian yang tidak hanya menghasilkan inovasi teknologi, tetapi juga menjadi media edukasi dan pelestarian lingkungan sehingga berkontribusi dalam menjaga marwah alam Kota Batu secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Green Agricultural Biotechnology, Laboratorium Riset, Arsitektur Berkelanjutan, Living Green Laboratory, Kota Batu.*

ABSTRACT

The development of the agricultural sector faces various challenges due to environmental degradation, climate change, and the increasing demand for technological innovation that can support sustainable productivity. Batu City, as one of the regions with high agricultural potential, requires a research facility that is capable of integrating research activities, education, and agricultural technology development within a single integrated area. Therefore, the Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory is designed as a research facility that is oriented toward environmental conservation while also supporting the development of agricultural biotechnology.

This design aims to create a research facility that can accommodate the needs of a modern laboratory while maintaining the ecological character of the site. A sustainable architectural approach is applied through the treatment of the site, building form, spatial organization, structure, and utilities, all of which are integrated with local natural conditions. The analysis considers site conditions, sun orientation, wind direction, topography, accessibility, and laboratory functional requirements as the basis for developing the design concept.

The design results show that the research area is conceived as a living green laboratory that connects research activities with the agricultural landscape through an adaptive and sustainable spatial system. The building mass is developed in response to climatic and site conditions to improve energy efficiency and user comfort. Outdoor spatial planning is realized through the provision of a bio-boulevard, conservation areas, educational spaces, greenhouses, and agricultural demonstration fields that support research and learning activities. The structural system uses flexible prefabricated steel, while utilities are designed based on efficiency principles through the utilization of renewable energy, rainwater harvesting, sustainable drainage systems, and integrated waste treatment.

Through the application of this concept, the Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory is expected to become an agricultural research center that not only produces technological innovation but also serves as an educational medium and environmental conservation space, thereby contributing to the sustainable preservation of the natural integrity of Batu City.

Keywords: Green Agricultural Biotechnology, Research Laboratory, Sustainable Architecture, Living Green Laboratory, Batu City.

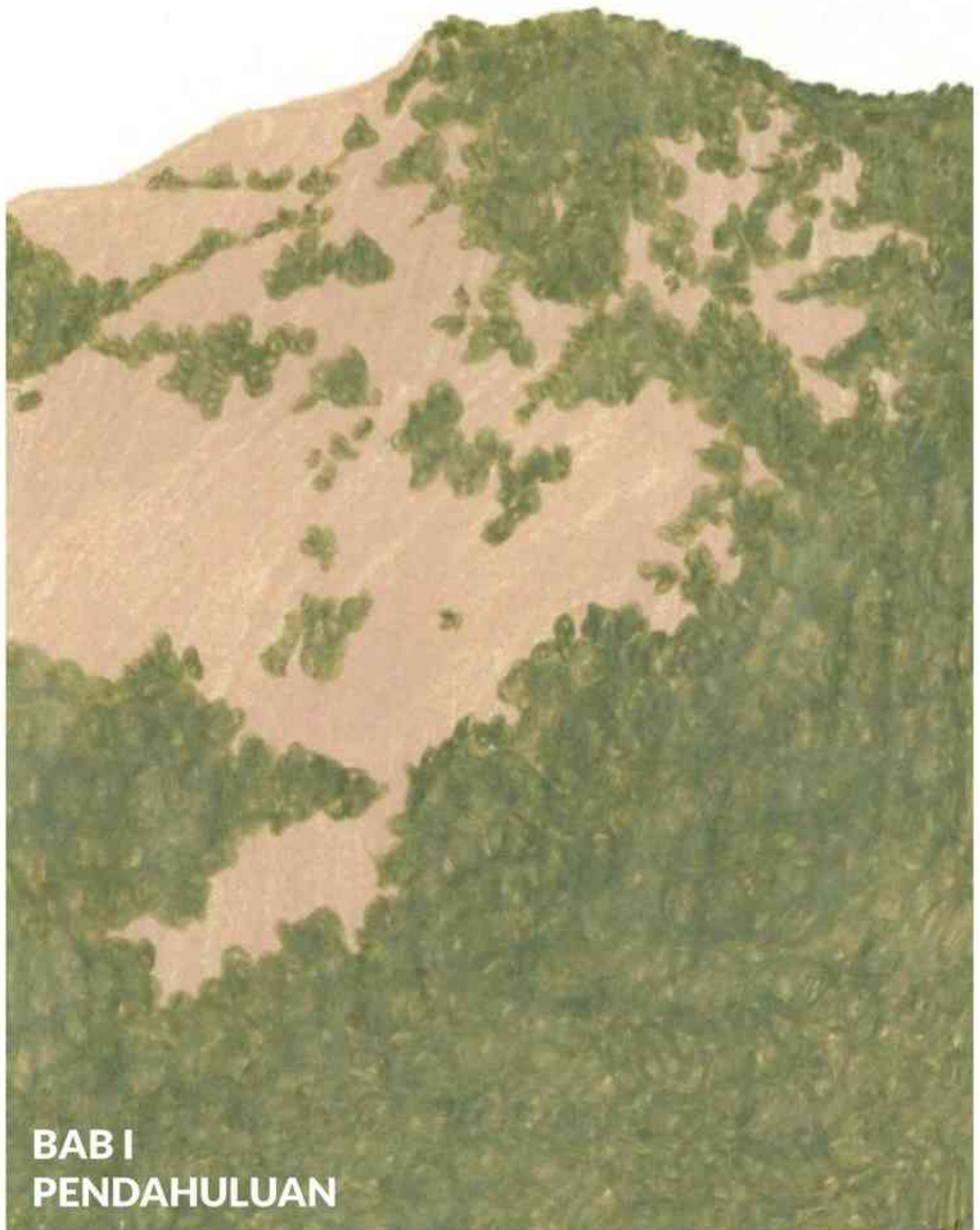
الملخص

يواجه تطور القطاع الزراعي العديد من التحديات نتيجة تدهور البيئة، وتغير المناخ، وازدياد الحاجة إلى الابتكار التكنولوجي القادر على دعم الإنتاجية المستدامة. وتُعد مدينة باتو إحدى المناطق ذات الإمكانيات الزراعية العالية، مما يستدعي توفير منشأة بحثية قادرة على دمج أنشطة البحث العلمي والتعليم وتطوير تكنولوجيا الزراعة ضمن منطقة متكاملة واحدة. لذلك، تم تصميم مختبر أبحاث التكنولوجيا الحيوية الزراعية الخضراء (Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory) كمنشأة بحثية موجهة نحو الحفاظ على البيئة، وفي الوقت نفسه تدعم تطوير التكنولوجيا الحيوية الزراعية.

يهدف هذا التصميم إلى إنشاء منشأة بحثية قادرة على تلبية احتياجات المختبرات الحديثة مع الحفاظ على الطابع البيئي للموقع. وقد تم تطبيق منهج العمارة المستدامة من خلال معالجة الموقع، وشكل المبنى، وتنظيم الفراغات، والنظام الإنشائي، وأنظمة الخدمات، بحيث تكون جميعها مندمجة مع الظروف الطبيعية المحلية. وقد شمل التحليل دراسة ظروف الموقع، واتجاهات الشمس، واتجاه الرياح، والطبوغرافيا، وإمكانية الوصول، والمتطلبات الوظيفية للمختبر، باعتبارها أساساً في صياغة مفهوم التصميم.

تُظهر نتائج التصميم أن منطقة البحث صُممت باعتبارها مختبراً أخضر حياً (Living Green Laboratory) يربط بين أنشطة البحث العلمي والمنظر الزراعي من خلال نظام فراغي مرن ومستدام. وقد تم تطوير الكتلة البنائية استجابةً للظروف المناخية وظروف الموقع بهدف تحسين كفاءة الطاقة وراحة المستخدمين. وتمت معالجة الفراغات الخارجية من خلال توفير ممر أخضر حيوي (Bio-boulevard)، ومناطق للحفاظ البيئي، ومساحات تعليمية، ودفائنات زراعية (Greenhouses)، وحقول تجريبية زراعية تدعم أنشطة البحث والتعلم. أما النظام الإنشائي فيعتمد على الفولاذ المُسبق الصنع (Prefabricated Steel) لما يتميز به من مرونة، بينما صُممت أنظمة الخدمات وفق مبادئ الكفاءة من خلال استخدام الطاقة المتجددة، وتجميع مياه الأمطار، وأنظمة الصرف المستدامة، ومعالجة النفايات المتكاملة. ومن خلال تطبيق هذا المفهوم، يُتوقع أن يصبح مختبر أبحاث التكنولوجيا الحيوية الزراعية الخضراء مركزاً بحثياً زراعياً لا يقتصر دوره على إنتاج الابتكارات التكنولوجية فحسب، بل يكون أيضاً وسيلة تعليمية ومجالاً للحفاظ البيئي، مما يساهم في الحفاظ المستدام على الهوية الطبيعية لمدينة باتو.

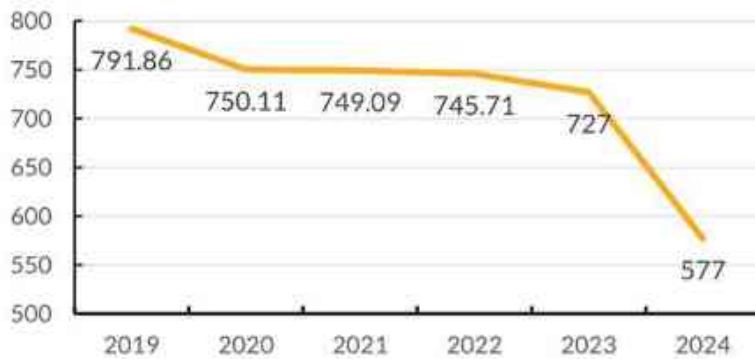
الكلمات المفتاحية: التكنولوجيا الحيوية الزراعية الخضراء، مختبر أبحاث، العمارة المستدامة، المختبر الأخضر الحي، مدينة باتو.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luas Lahan Panen Tanaman Pangan di Kota Batu (hektare)

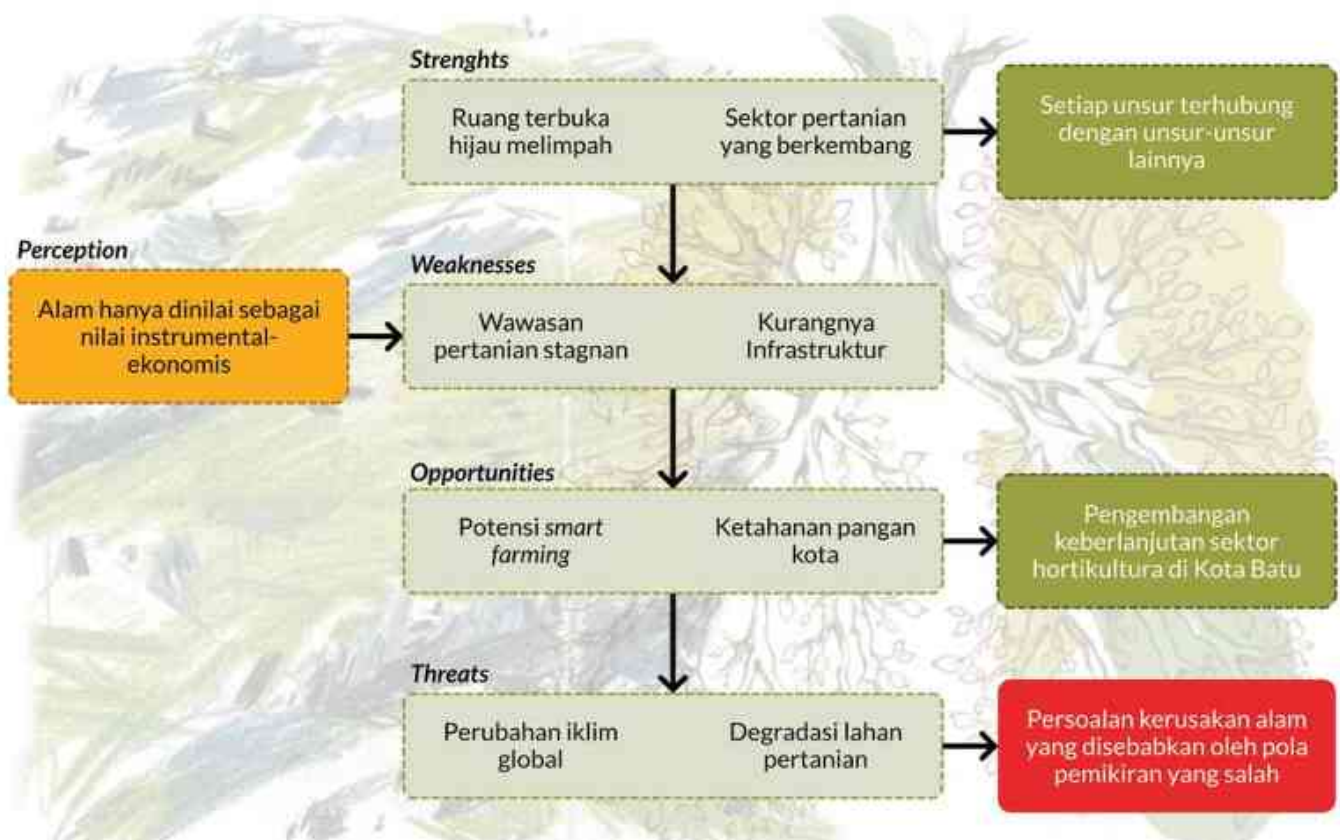


Gambar. 1.1 Grafik data jumlah luas lahan panen tanaman pangan di Kota Batu per tahun [3]-[7]. Diolah oleh penulis.



Sebagaimana paru-paru menyalurkan oksigen dan menjaga ritme kehidupan, pertanian di Kota Batu menjadi penopang aliran pangan sekaligus keseimbangan ekosistem. Ia menghubungkan tanah, air, dan energi matahari dalam satu siklus kehidupan yang saling berkesinambungan. Namun ketika lahan hanya dipandang sebagai instrumen ekonomi dan terdesak alih fungsi, "nafas" kota perlahan melemah. Krisis ekologis ini bukan sekadar kerusakan fisik, melainkan lahir dari cara pandang mekanistik yang memisahkan manusia dari alam, sehingga membuka jalan bagi konversi lahan produktif menuju fungsi-fungsi lain yang merusak keberlanjutan [1].

Perkembangan industrialisasi di kota ini baru terjadi setelah kota tersebut ditetapkan sebagai pemerintah kota pada tahun 2001, berbeda dengan kota-kota besar seperti Jakarta, Semarang, dan Surabaya, yang telah mengalami modernisasi dan industrialisasi sejak abad ke-19 [2]. Gelombang industrialisasi saat ini di Kota Batu telah menyebabkan konversi lahan produktif yang digunakan untuk produksi pangan menjadi lahan pariwisata, yang telah merusak lingkungan.

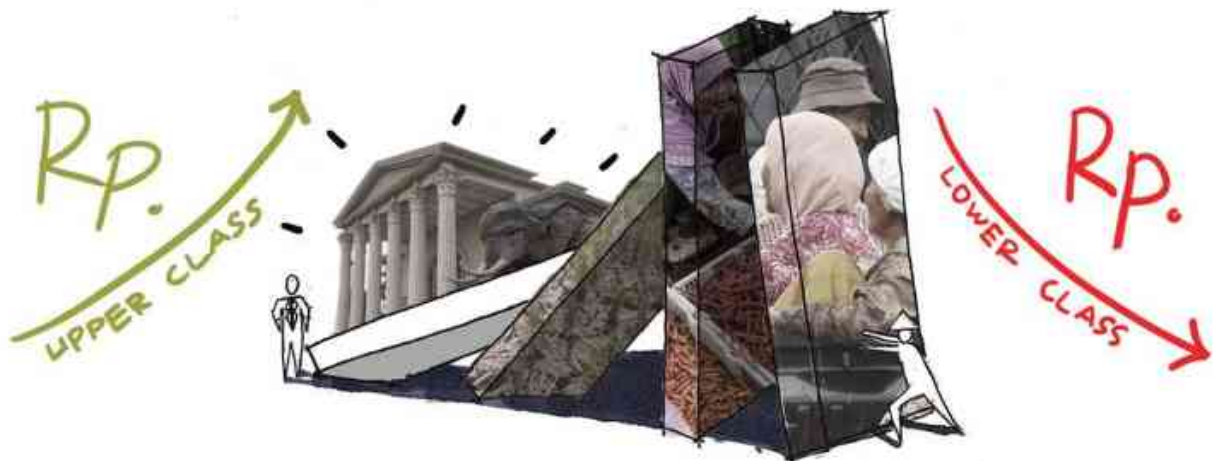


Beberapa jenis **penggunaan lahan** dapat menimbulkan dampak luas yang melampaui batas fisiknya, di mana melalui pembentukan tata ruang lanskap, aktivitas berjejak ekologis kecil dapat memicu efek domino pada lahan lain dan memberi pengaruh signifikan pada area yang lebih besar [8]. Oleh karena itu, **mempertahankan lahan produktif** menjadi sebuah urgensi yang tidak dapat dikompromikan, karena keberlanjutan fungsi lahan tidak hanya menentukan ketersediaan pangan, tetapi juga berperan penting dalam **menjaga keseimbangan ekosistem** dan **daya tahan produksi pangan kota** terhadap perubahan iklim.

Menurut studi, [9] Indonesia termasuk dalam kategori "serius", sebagaimana ditunjukkan oleh peta distribusi kelaparan global pada tahun 2012. **Keamanan pangan global diperkirakan akan menjadi masalah yang signifikan bagi negara-negara berkembang.** Hasil panen tanaman kemungkinan akan menjadi lebih sensitif di lintang yang lebih tinggi di sebagian besar wilayah tropis dan seiring dengan pertumbuhan populasi dunia, permintaan akan produk pertanian diperkirakan akan meningkat sekitar 30% pada tahun 2030. **Perubahan iklim berdampak signifikan** pada situasi ini, terutama di **tingkat lokal**, di mana petani sangat bergantung pada hasil panen mereka.



Gambar. 1.2. Peta distribusi kelaparan global oleh Global Hunger Index 2012 [9]. Diolah oleh penulis



Berdasarkan data Ketinggian di Atas Permukaan Laut (ASL) per Kabupaten/ Kota di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2015 [10], Kota Batu memiliki ketinggian tertinggi di antara kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Bumiaji, salah satu kecamatan dengan peran vital dan potensi melimpah di Kota Batu, memiliki luas 119,88 km² dengan ketinggian 690 sampai 1.641 meter di atas permukaan laut [7]. **Bumiaji menjadi penyangga iklim Kota Batu**, sehingga perlindungan lahan, air, dan jaringan pertanian menjadi dasar ketahanan pangan dan keseimbangan sosial ekologis kota.



Gambar. 1.3. Peta kawasan Kota Batu [11], [12]. Diolah oleh Penulis.

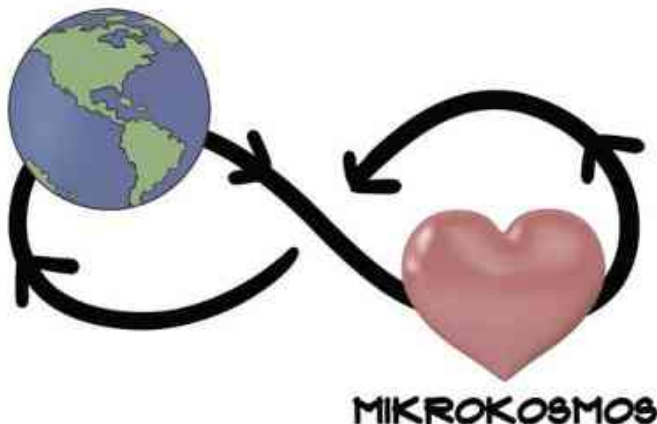
Kecamatan Bumiaji memainkan peran vital dan strategis sebagai pusat ekonomi di sektor pertanian dan pariwisata. Berdasarkan wawancara dengan Kepala Bidang Sarana dan Prasarana Dinas Pertanian Kota Batu [13], salah satu persoalan sektor pertanian lokal adalah lahan pertanian yang mengalami degradasi lahan akibat penggunaan pupuk pestisida secara berlebihan. Sementara itu, data BPS Kota Batu (2025) mencatat jumlah pekerja sektor pertanian hanya 22.884 orang dari total 123.803 pekerja, jauh di bawah sektor jasa [7]. Kondisi ini diperparah dengan penurunan produktivitas lahan dan dampak perubahan iklim global. Pada saat yang sama, lahan pertanian di Kecamatan Bumiaji juga menghadapi tekanan akibat perluasan pariwisata dan urbanisasi.

Menurut ringkasan draf awal Rencana Pembangunan Jangka Menengah Kota Batu 2025-2029, salah satu strategi untuk meningkatkan ketahanan pangan dalam arah kebijakan adalah dengan menyediakan fasilitas laboratorium terpadu kepada petani untuk pengelolaan lahan pertanian yang berkelanjutan [14]. Hal ini didukung lebih lanjut oleh Malang Times, yang melaporkan bahwa Wakil Wali Kota Batu, Heli Suyanto, menyatakan bahwa laboratorium pertanian direncanakan akan dibangun di Desa Sumberbrantas sebagai bagian dari visi untuk meningkatkan produktivitas pertanian melalui keterlibatan akademis dalam penelitian *smart farming* [15].

"Mendukung inovasi pertanian dan meningkatkan kapasitas pertanian menjadi kunci agar peran vital Kecamatan Bumiaji menjaga ketahanan pangan Kota Batu tetap terjaga."



MAKROKOSMOS



MIKROKOSMOS



Menjaga dan mensyukuri semua nikmat Allah SWT, tak terkecuali dalam aspek ekologis yang sudah diisyaratkan oleh Allah SWT dalam kandungan hadits Rasulullah SAW.

1. Hadits tentang Menanam dan Melestarikan Kehidupan [16]. (HR. Bukhari No. 2320; Muslim No. 1552) "Tidaklah seorang Muslim menanam suatu tanaman atau menabur benih, lalu sebagian darinya dimakan oleh burung, manusia, atau binatang, melainkan itu menjadi sedekah baginya."
2. Hadits tentang Menjaga Amanah dan Lingkungan [17]. (HR. Muslim, No. 2742). "Sesungguhnya dunia itu hijau dan indah, dan Allah telah menjadikan kalian sebagai khalifah di atasnya, maka Dia akan melihat bagaimana kalian berbuat."
3. Hadits tentang Menjaga Siklus Kehidupan [18]. (HR. Muslim, No. 2742). "Jika kiamat datang sementara di tangan salah seorang dari kalian ada bibit kurma, maka jika ia mampu menanamnya sebelum kiamat datang, maka hendaklah ia menanamnya."

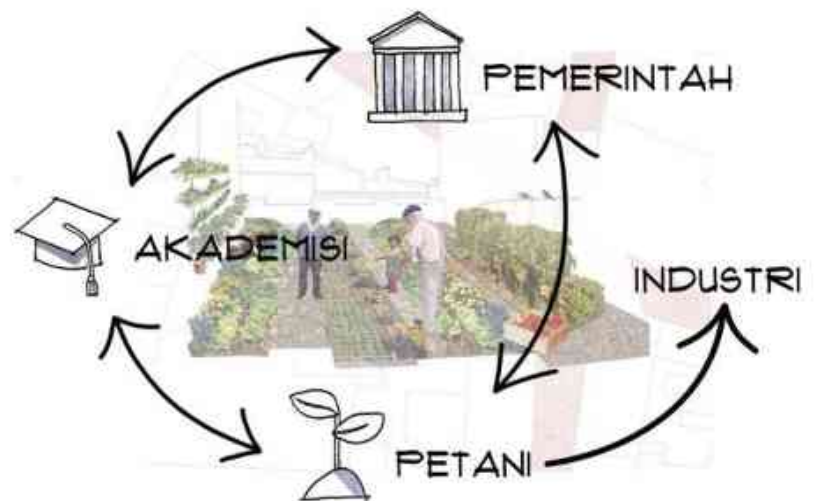
1.2 Ruang Lingkup Perancangan

1.2.1 Profil Proyek

Laboratorium adalah suatu **tempat untuk melaksanakan praktikum, percobaan atau penyelidikan ilmiah** yang didalamnya memenuhi kompetensi sebagai sarana untuk melatih dan mengembangkan kebiasaan, sikap dan keterampilan [19]. Dalam pengembangan pertanian modern di Kota Batu, perancangan laboratorium riset pertanian ini menekankan model kolaborasi tiga unsur utama, yaitu **pemerintah, akademisi, dan petani lokal** [13]. Pemerintah berperan dalam regulasi, perlindungan lahan, serta penyediaan fasilitas dan infrastruktur pertanian. Akademisi memberikan kontribusi melalui riset, inovasi, dan penerapan teknologi seperti *smart farming* yang difasilitasi oleh laboratorium pertanian. Sementara itu, petani lokal menjadi aktor utama dalam implementasi dan pengelolaan pertanian berkelanjutan.

1.2.2 Tipe Pengguna

Tata kelola laboratorium riset pertanian dalam proyek ini dikategorikan sebagai **government laboratory**, yakni unit di bawah otoritas lembaga pemerintah yang berorientasi pada kepentingan publik [20]. Posisinya sebagai fasilitas pelayanan publik, riset terapan berbasis kebutuhan daerah, peningkatan kapasitas, serta dukungan teknis terhadap kebijakan. **Industri ditempatkan sebagai ekstensi hilirisasi**, dengan konfigurasi ini, alur pengetahuan bergerak dari simpul inti menuju industri untuk uji mutu, standardisasi, dan adopsi skala luas, sementara tata kelola dan akuntabilitas tetap berada pada domain pemerintah.

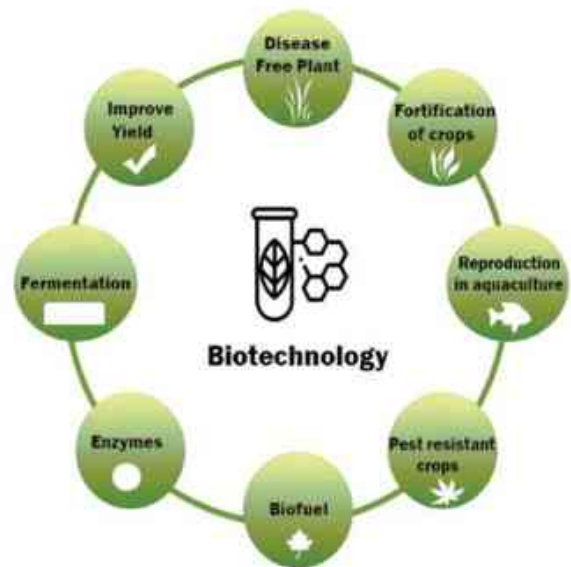


1.2.3 Klasifikasi Fungsi

Bioteknologi adalah **pemanfaatan proses seluler dan biomolekuler** untuk memecahkan masalah atau menghasilkan produk berguna [21]. Secara operasional, bioteknologi menggabungkan berbagai teknologi untuk **memanfaatkan kemampuan sel dan molekul biologis** untuk tujuan praktis [21]. Jadi, laboratorium bioteknologi berperan sebagai **fasilitas utama dalam penerapan dan pengembangan bioteknologi**, tempat berbagai proses **eksperimental dilakukan secara terkontrol** untuk mempelajari, memodifikasi, dan memanfaatkan sistem biologis.



Menurut literatur akademik CABI atau Pusat Pertanian dan Biosains Internasional, *plant biotechnology* mencakup rangkaian teknik canggih untuk **merekayasa dan memahami tanaman**, dengan tujuan **meningkatkan hasil dan kelangsungan pertanian**. CABI menyatakan bahwa bioteknologi pertanian menyediakan berbagai alat dan teknik canggih yang dapat mengubah cara kita menanam tanaman, meningkatkan nilai gizi mereka, dan mengatasi tantangan kritis seperti perubahan iklim, hama, dan keterbatasan sumber daya. Dengan memanfaatkan informasi genetik tanaman dan teknik ilmiah, **bioteknologi pertanian dapat mengembangkan varietas tanaman unggul** tahan hama/penyakit serta toleran terhadap cekaman lingkungan (kering, salinitas) sehingga dapat membantu memproduksi pangan lebih banyak dengan sumber daya terbatas, sekaligus **mendukung pertanian berkelanjutan** [23]. Di dalam laboratorium, kegiatan seperti kultur sel dan mikroorganisme, analisis biomolekuler, rekayasa genetika, serta pengujian produk bioteknologi dilaksanakan dengan dukungan peralatan khusus dan standar keselamatan yang ketat.



Gambar. 1.4. Aplikasi bioteknologi pada sektor agrikultur [22].

Bioteknologi merupakan salah satu strategi untuk mendukung peningkatan produktivitas pertanian melalui penerapan riset ilmiah yang terkontrol. **Laboratorium bioteknologi di Kecamatan Bumiaji dirancang sebagai simpul riset dan interaksi publik** yang mengintegrasikan kebutuhan petani, kegiatan penelitian, dan prinsip keberlanjutan [24]. **Penyusunan program fasilitas mempertimbangkan konteks pertanian lokal** dengan memperhatikan standar keamanan dan keselamatan yang berlaku. Dengan demikian, fasilitas ini tidak hanya berfungsi sebagai ruang penelitian, tetapi juga mendukung proses diseminasi pengetahuan dan inovasi kepada masyarakat sebagai bagian dari **upaya penguatan kapasitas pertanian lokal secara berkelanjutan**.

Klasifikasi Fungsi	Rincian Fasilitas	Aktivitas Program	Standar Protokol Fasilitas	Pengguna
Fasilitas Utama	Laboratorium kultur jaringan	Perbanyak tanaman <i>in vitro</i> dan formulasi media	Sterilitas tinggi dan SOP aseptik	Peneliti, teknisi
	Laboratorium mikrobiologi tanaman	Kultur mikroba tanah dan pupuk hayati	<i>Biosafety</i> mikrobiologi dan kontrol <i>biohazard</i>	Peneliti, teknisi
	Laboratorium analisis biologi molekuler	Analisis fisik dan kimia tanah	K3 laboratorium kimia dan pengelolaan limbah	Peneliti, teknisi
	Laboratorium analisis tanah	Analisis fisiologi dan uji molekuler	K3 lab biologi dan SOP molekuler	Peneliti, asisten
	Ruang penyimpanan sampel	Penyimpanan <i>reagen</i> dan bahan kimia	Klasifikasi bahan dan ventilasi	Teknisi
	Ruang preparasi sampel	Pengolahan awal sampel	Alur kerja bersih dan K3 lab	Teknisi, peneliti
Fasilitas Operasional	Gudang	Penyimpanan barang operasional	Manajemen inventaris	Teknisi
	Ruang ganti / <i>gowning</i>	Area untuk berganti pakaian kerja atau APD	Sterilitas tinggi dan SOP aseptik	Peneliti
	Ruang dekontaminasi / <i>washing lab</i>	Pencucian dan sterilisasi alat	Dekontaminasi dan autoklaf	Teknisi
	Ruang manajemen data	Pengolahan data riset	Keamanan data dan akses terbatas	Peneliti, admin
Fasilitas Penunjang	Ruang peneliti	Diskusi dan penulisan laporan	Keselamatan kerja ruang kantor	Peneliti
	<i>Greenhouse</i> hidroponik	Percobaan tanaman terkendali	Sanitasi dan kontrol hama	Peneliti, mahasiswa
Fasilitas Publik	<i>Lobby & showcase hall</i>	Pameran dan edukasi publik	Alur satu arah, standar evakuasi, dan keselamatan publik	Masyarakat

	Ruang <i>workshop</i>	Pelatihan dan penyuluhan	Standar evakuasi dan keselamatan publik	Masyarakat, peneliti
	<i>Outdoor garden</i>	Diskusi informal dan interaksi peneliti-publik	Keselamatan ruang publik dan kontrol akses	Masyarakat, peneliti
	Demplot sawah	Uji teknologi lapangan	Praktik pertanian berkelanjutan	Masyarakat, peneliti
Fasilitas Servis	IPAL B3 dan sampah domestik	Pengolahan limbah biologis dan kimia	SOP instalasi pipa air limbah dan K3 lingkungan	Teknisi
	Ruang pengelola & kontrol keamanan	Pengawasan fasilitas	SOP keamanan kawasan	Petugas
	Ruang Panel Listrik Utama (LVMDP)	Mengelola distribusi listrik kawasan	<i>Grounding</i> , pemisahan sirkulasi, serta K3 utilitas	Teknisi
	Ruang pompa air dan kontrol distribusi	Distribusi air bersih dan stabilisasi tekanan sistem	Kedap air, floor drain, pemisahan instalasi listrik dan pipa	Teknisi

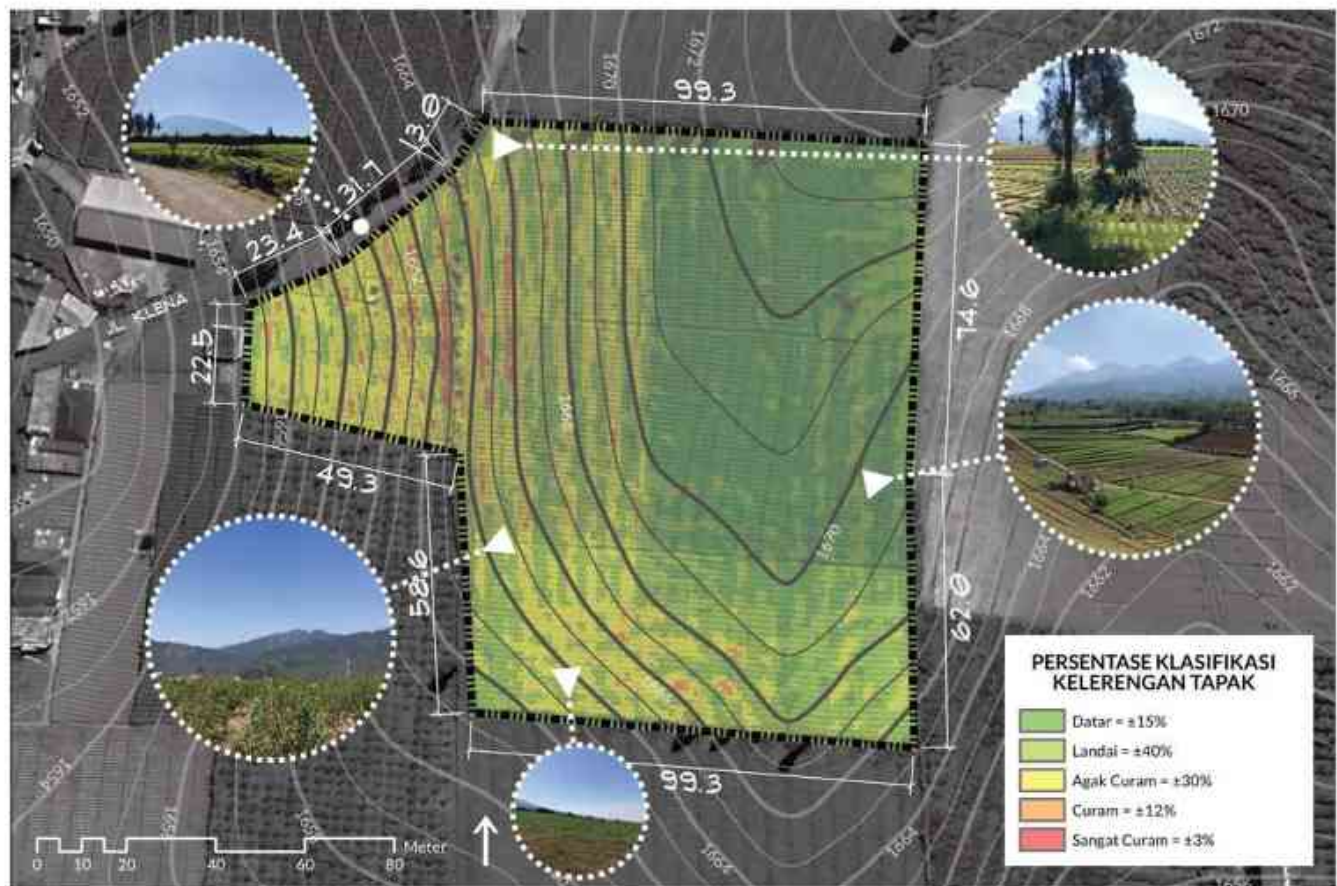
Tabel. 1.1. Klasifikasi fungsi perancangan laboratorium bioteknologi pertanian terpadu di Sumberbrantas.

1.2.4 Konteks Fisik Tapak

Pemilihan Desa Sumberbrantas di Kecamatan Bumiaji sebagai lokasi laboratorium didasari oleh peran strategisnya sebagai **sentra hortikultura ketahanan pangan** di Kota Batu. Komoditas unggulan seperti kentang, wortel, dan kubis menunjukkan tingkat efisiensi tinggi dengan nilai *Domestic Resource Cost Ratio* (DRCR) di bawah satu yang menandakan adanya keunggulan komparatif [25]–[27]. Kondisi ini menjadikan Sumberbrantas tidak hanya layak dikembangkan secara agronomis, tetapi juga **ideal sebagai basis riset bioteknologi pertanian**. Topografi dan iklim mikronya mendukung riset hortikultura terkontrol serta **integrasi langsung dengan lanskap produksi sekitar**.



Gambar. 1.5. Peta wilayah Desa Sumberbrantas [28].



Gambar. 1.6. Diagram data fisik tapak.

Lokasi perancangan berada pada Dusun Lemah Putih, Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji ($7^{\circ}46'17.9''S$, $112^{\circ}32'04.4''E$). Tapak perancangan diusulkan oleh Dinas Pertanian Kota Batu pada perencanaan program pembangunan laboratorium pertanian terpadu pada tahun 2026 [13]. Tapak merupakan lahan pertanian dengan luas $\pm 15.000 \text{ m}^2$ (1,5 ha) dengan klasifikasi **kelereng tapak didominasi oleh kelereng landai hingga agak curam ($\pm 70\%$)**, sehingga relatif memungkinkan untuk pengembangan bangunan dengan penyesuaian kontur. **Area curam hingga sangat curam terkonsentrasi di tepi tapak** dan lebih sesuai dipertahankan sebagai area hijau atau zona konservasi.

1.3 Kajian Standar dan Peraturan

1.3.1 Regulasi Tapak



Gambar. 1.7. Diagram regulasi tapak [11], [29]–[32]. Diolah oleh penulis.

Status tapak merupakan lahan milik pemerintah Desa Sumberbrantas dengan skema bangun guna serah kepada pemerintah Kota Batu [13]. Kawasan Desa Sumberbrantas ditetapkan sebagai **zona lindung konservasi pertanian dan perkebunan** dalam RDTR dengan ketentuan **KDB maksimal 20%** [31], [32]. Hal ini berkaitan dengan target persentase total luas ruang terbuka hijau Kota Batu, yaitu pada angka 30% yang saat ini berada pada kisaran 21% [12]. Batasan ini menegaskan **pentingnya pengendalian pembangunan agar tidak mengganggu fungsi lahan ekologis**. Namun, PP No. 21 Tahun 2021 melalui instrumen KKPR memberi dasar hukum bagi pembangunan fasilitas penunjang di zona hortikultura [33], [34].

1.3.2 Standar dan Klasifikasi Laboratorium

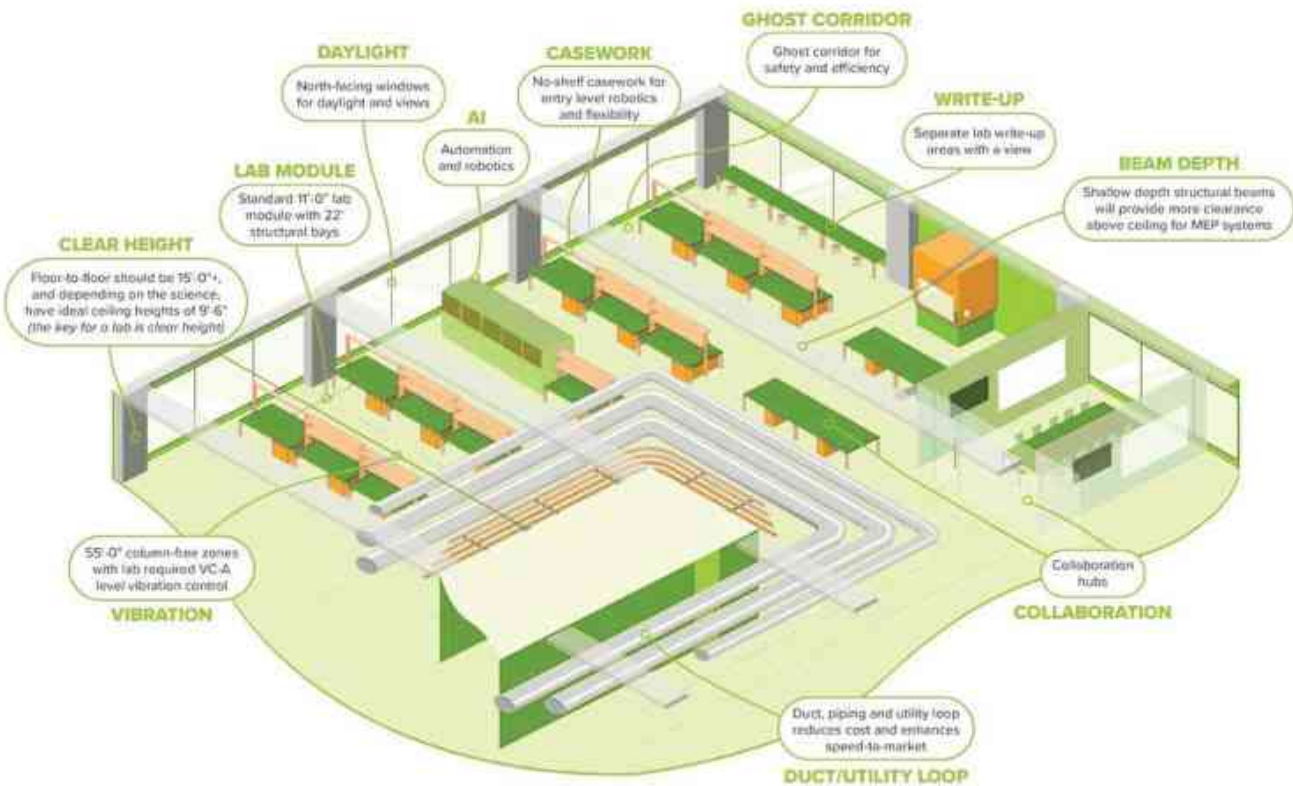
Aspek	Laboratorium Tipe I	Laboratorium Tipe II	Laboratorium Tipe III	Laboratorium Tipe IV
Institusi	Sekolah menengah / unit pelaksana teknis setara	Perguruan tinggi tingkat awal	Jurusan atau program studi di perguruan tinggi	Pusat studi fakultas atau universitas
Fungsi Utama	Pendidikan dasar sains bagi siswa	Pendidikan dasar sains bagi mahasiswa tingkat awal	Pendidikan dan penelitian bidang keilmuan untuk mahasiswa dan dosen	Penelitian terpadu, pendidikan lanjut, dan pengabdian kepada masyarakat

Skala Operasi	Praktikum dasar	Praktikum dasar tingkat universitas	Praktikum dan riset jurusan	Riset multidisiplin dan layanan kepada masyarakat
Jenis Peralatan	Kategori I dan II (sederhana hingga menengah)	Kategori I dan II (sederhana hingga menengah)	Kategori I, II, dan III (termasuk peralatan kompleks)	Kategori I, II, dan III (kompleks dan beragam)
Fasilitas Ruang	Ruang praktikum sederhana, meja kerja, dan penyimpanan bahan dasar	Ruang praktikum mahasiswa, penyimpanan bahan umum, dan ruang dosen pembimbing	Ruang praktikum spesifik bidang, ruang penyimpanan bahan khusus, dan area riset mahasiswa dan dosen	Laboratorium terpadu, ruang riset multidisiplin, penyimpanan bahan kompleks, ruang uji lanjutan, dan fasilitas interaksi publik
Pengguna	Siswa sekolah	Mahasiswa tingkat awal	Mahasiswa, dosen, dan peneliti jurusan	Mahasiswa, dosen, peneliti universitas, dan masyarakat

Tabel. 1.2. Tipe-tipe laboratorium berdasarkan dasar klasifikasi PERMENPAN No. 3/2010 [36].

Standar teknis laboratorium dalam proyek ini mengacu pada standar ASHRAE sebagai fasilitas untuk menangani material biologis aktif dan memerlukan pengelolaan khusus [35]. Perancangan laboratorium ini mengikuti klasifikasi Laboratorium Tipe IV menurut PERMENPAN No. 3 Tahun 2010, yaitu laboratorium terpadu setara dengan laboratorium pusat studi fakultas/universitas dengan fasilitas peralatan kategori I–III, yang berfungsi untuk mendukung pendidikan, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat [35].

1.3.3 Standar Sistem Keamanan dan Keselamatan Laboratorium

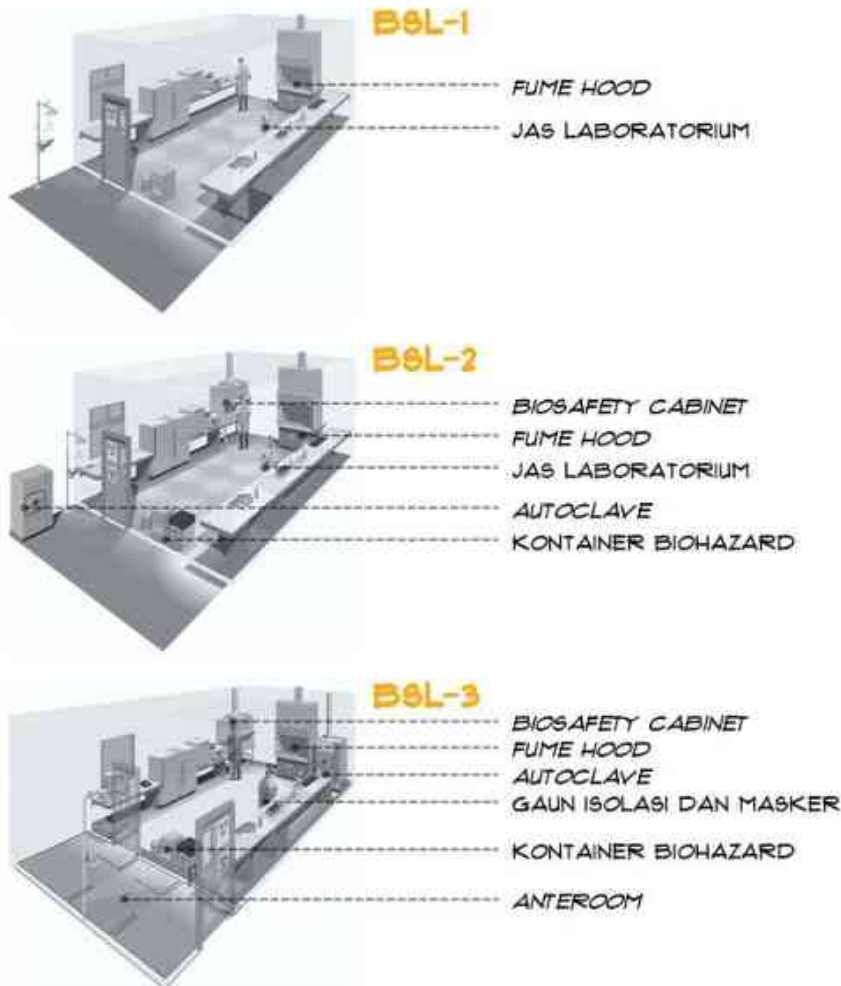


Gambar. 1.8. Diagram konsep perancangan laboratorium modern yang menekankan fleksibilitas ruang, efisiensi utilitas, dan keselamatan operasional [36].

Ada beberapa poin-poin utama yang menjadi pertimbangan dalam desain laboratorium untuk menunjang fungsi, keselamatan, dan efisiensi kerja laboratorium [36].

1. **Modul laboratorium** menggunakan ukuran standar untuk fleksibilitas tata ruang dan efisiensi struktur.
2. **Pencahayaan alami** dimaksimalkan melalui jendela utara untuk kenyamanan visual dan efisiensi energi.
3. **Ketinggian ruang (clear height)** dirancang cukup tinggi agar mendukung peralatan laboratorium dan sistem mekanikal.

4. Sistem getaran dikendalikan dengan zona bebas kolom dan standar kontrol getaran khusus laboratorium.
5. Casework fleksibel tanpa rak tetap memungkinkan adaptasi terhadap robotika dan otomasi.
6. Integrasi AI dan robotika mendukung otomatisasi proses laboratorium.
7. *Ghost corridor* disediakan untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi sirkulasi, dan pemeliharaan utilitas.
8. *Area write-up* terpisah memungkinkan aktivitas administrasi dan analisis data dengan visual ke area lab.
9. Balok struktur dangkal (*beam depth*) memberi ruang lebih untuk sistem MEP di atas plafon.
10. Sistem ducting dan utilitas terintegrasi (*utility loop*) mengurangi biaya dan mempercepat operasional.
11. Zona kolaborasi disediakan sebagai hub interaksi antarpeneliti.



Gambar. 1.9. Diagram standar biosafety pada laboratorium [37]. Diolah oleh penulis.

- *Biosafety Level-1* digunakan pada area yang diperuntukkan bagi kegiatan kultur dasar dan praktik bioteknologi sederhana dengan organisme non patogen [37].
- *Biosafety Level-2* diterapkan pada laboratorium riset inti, meliputi aktivitas pengujian mikroba pertanian, kultur jaringan, dan eksperimen bioteknologi dengan tingkat risiko sedang yang memerlukan kontrol lebih ketat, termasuk penggunaan *biosafety cabinet* dan fasilitas sterilisasi [37].
- *Biosafety Level-3* difungsikan secara terbatas pada area yang berhubungan dengan penelitian organisme berisiko lebih tinggi atau aktivitas yang berpotensi menghasilkan aerosol dengan tinggi, sehingga membutuhkan sistem ventilasi bertekanan negatif dan kontrol akses lebih ketat [37].

1.4 Maksud dan Tujuan Perancangan

1.4.1 Maksud

Perancangan laboratorium bioteknologi pertanian di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dimaksudkan untuk melakukan studi terhadap fasilitas laboratorium yang mengintegrasikan ilmu pertanian terapan untuk keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial. Laboratorium ini berfungsi bukan hanya sebagai pusat penelitian, tetapi juga sebagai model perancangan arsitektur yang memperhatikan capaian bangunan hijau demi menjaga dan melestarikan lingkungan sekitar.

1.4.2 Tujuan

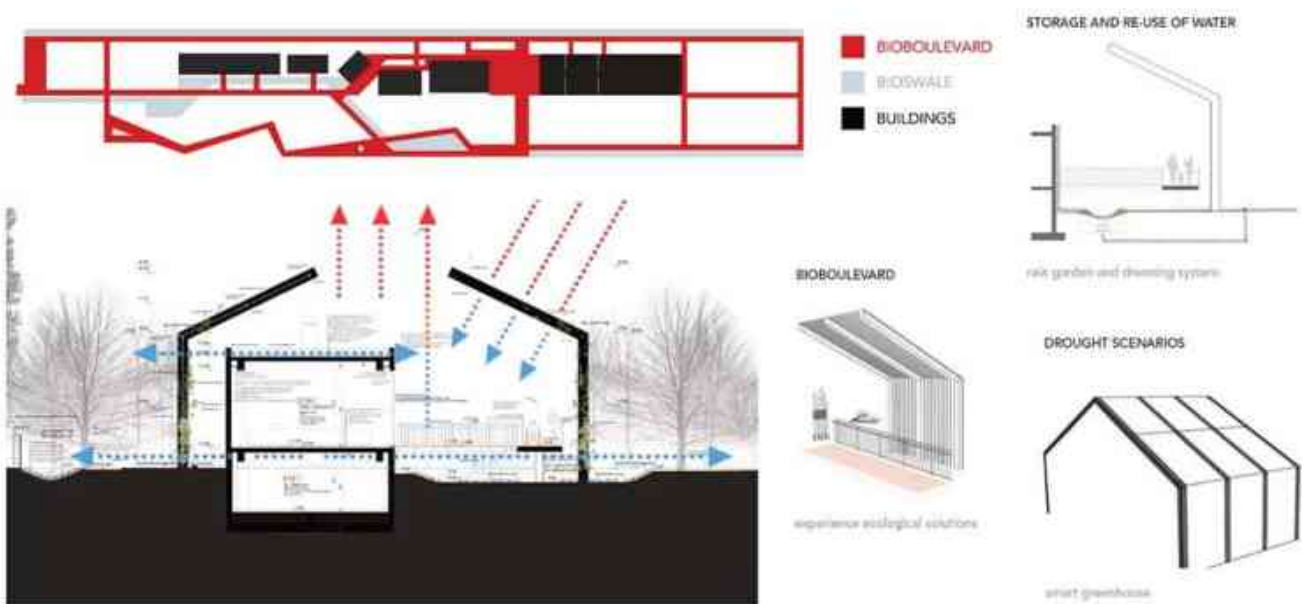
1. Menunjang studi sarana dan prasarana pusat edukasi dan kolaborasi antara peneliti, pemerintah, dan petani yang berkelanjutan untuk menopang perekonomian Kota Batu pada bidang pertanian.
2. Mendukung perencanaan fasilitas riset pertanian terpadu pada sektor kultur jaringan, mikrobiologi, fisiologi, tanah, dan hortikultura guna memperkuat ketahanan pangan Kota Batu.
3. Mewujudkan laboratorium riset bioteknologi pertanian yang memenuhi prinsip *green building* dengan efisiensi energi, konservasi air, dan penggunaan material ramah lingkungan, memperhatikan kenyamanan pengguna secara makro, memanfaatkan sumber daya lokal, serta mengolah limbah menjadi siklus produktif.

1.5 Tinjauan Preseden



Gambar. 1.10. İzmir Agriculture Development Center [38].

Studi preseden ini dipilih karena proyek tersebut memiliki tujuan menciptakan fasilitas pertanian konvensional dan cerdas, penelitian, pelatihan, serta fungsi publik yang **berfokus pada dampak kerusakan lingkungan berskala global terhadap keberlangsungan kehidupan**, serta diharapkan mampu menghasilkan solusi alternatif terhadap isu pemanasan global, perubahan iklim, kekeringan, dan penurunan kualitas tanah [39].



Gambar. 1.11. Konsep sirkulasi dan sistem bangunan İzmir Agriculture Development Center [38].

Tata massa bangunan disusun secara *linear* dengan *bioswale* (*bio-boulevard*) dan sumbu sirkulasi sebagai *backbone* utama. Struktur ini memungkinkan pengguna untuk mempelajari dan mengalami secara langsung mekanisme operasional selama berada di kawasan. Akses kawasan direncanakan pada sisi utara tapak berdasarkan pertimbangan fungsional [39].

Berdasarkan konsep organisasi ruang dan alur sirkulasi yang diterapkan, perancangan kawasan ini bertujuan untuk mencapai beberapa sasaran utama sebagai berikut:

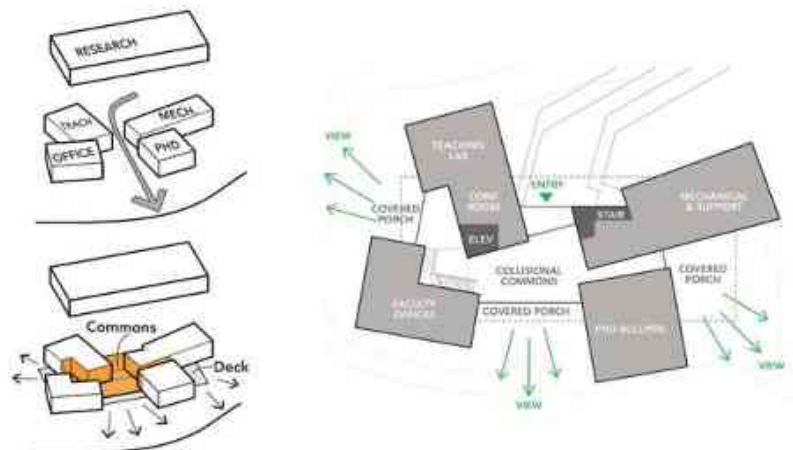
- Menciptakan transisi yang jelas antara ruang edukasi dan ruang kegiatan pertanian melalui Eco Bazaar.
- Mengatur alur dan orientasi pengguna melalui sistem sirkulasi berbasis *backbone*.
- Mendorong program edukasi berbasis pengalaman langsung melalui area pertanian.
- Mengintegrasikan fungsi edukasi dan kegiatan pertanian dalam satu rangkaian ruang yang berkesinambungan.
- Menegaskan hierarki ruang dengan penempatan lahan pertanian konvensional dan tanah cerdas sebagai akhir kawasan.



Gambar. 1.12. Duke University Marine Laboratory [40].

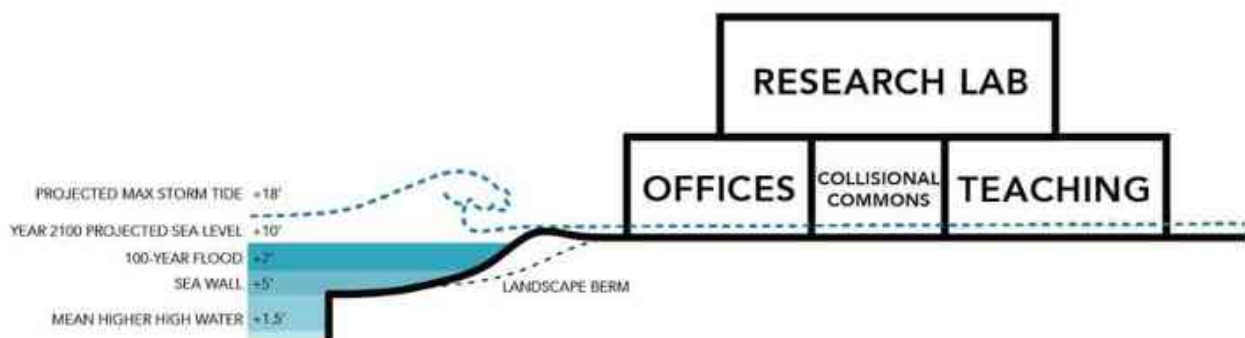
Laboratorium riset ilmu kelautan ini berhasil meraih sertifikasi **LEED Gold**. Sebagai bagian dari kampus pesisir yang berfungsi sebagai "jendela ke laut", bangunan ini mengintegrasikan pembelajaran berbasis pengalaman dengan praktik lapangan, sehingga memperkuat keterkaitan antara teori dan penerapannya. Seluruh keputusan perancangan secara konsisten diarahkan untuk merealisasikan konsep tersebut, baik secara konseptual maupun fisik, sekaligus mendorong pengelolaan dan perlindungan sumber daya alam pesisir secara berkelanjutan [41].

Mengusung konsep "**Collisional Commons**" yang diwujudkan sebagai simpul ruang yang mendorong pertukaran gagasan, diskusi, dan kolaborasi antar komunitas laboratorium dalam suasana terbuka dan tidak formal. Ruang ini dirancang bersifat visual dan spasial permeabel, terhubung dengan serambi luar ruang yang terlindung dari angin musiman, sekaligus memanfaatkan orientasi tapak untuk menangkap pandangan optimal.



Gambar. 1.13. Konsep massa bangunan Duke University Marine Laboratory [40].

Perancangan bangunan ini menerapkan strategi ketahanan banjir dan badai secara komprehensif melalui penempatan fungsi-fungsi kritis di atas elevasi proyeksi banjir, serta perancangan lantai dasar yang memungkinkan terjadinya genangan tanpa menimbulkan kerusakan pada peralatan maupun elemen bangunan permanen [40].

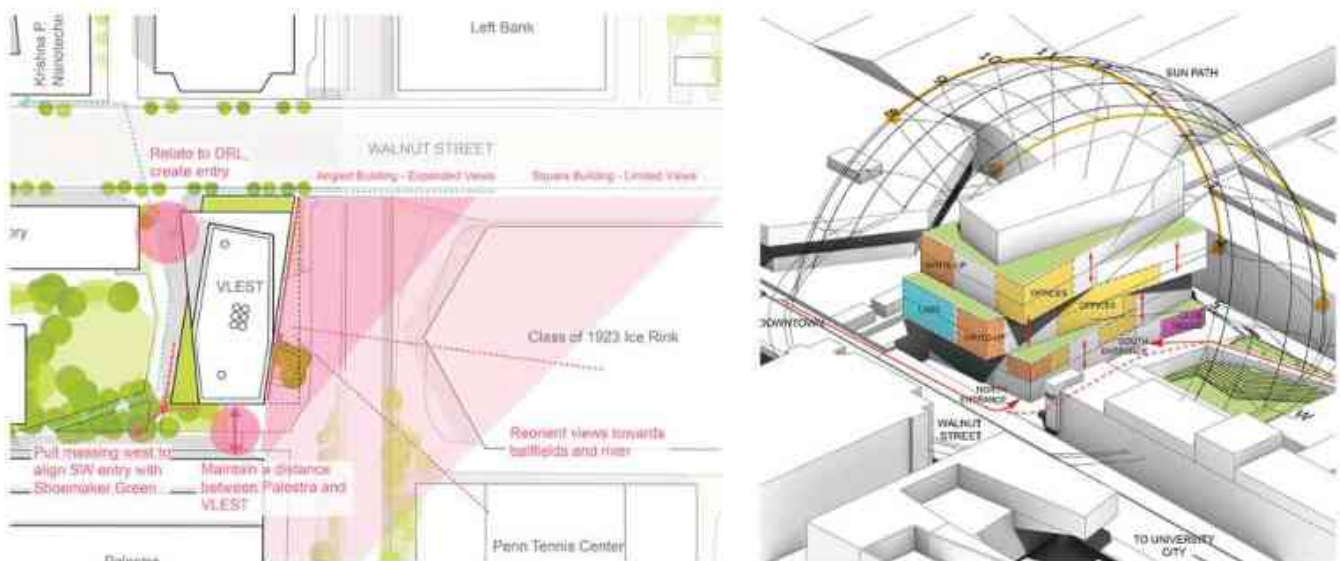


Gambar. 1.14. Konsep massa bangunan Duke University Marine Laboratory [40].



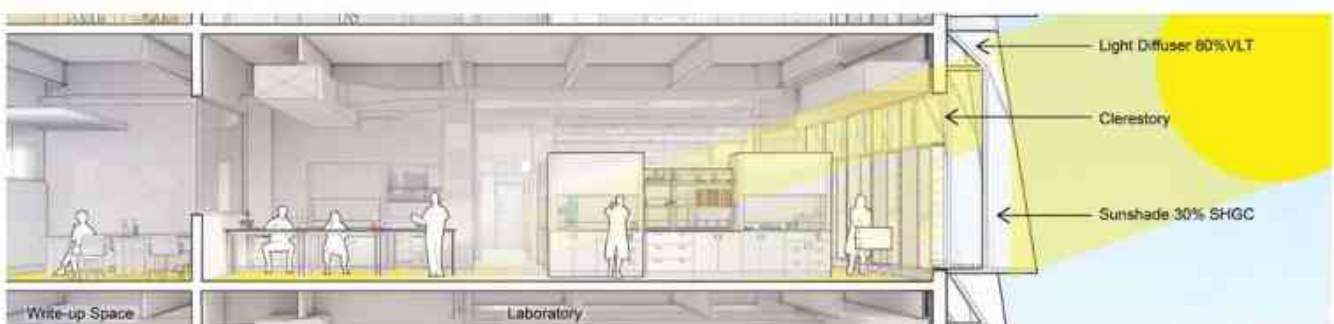
Gambar. 1.15. Vagelos Laboratory [42].

Proyek ini merupakan fasilitas penelitian bersertifikasi *LEED Platinum* yang mewadahi para ilmuwan, pembuat kebijakan, dan mahasiswa yang berkomitmen untuk mengembangkan penelitian energi berkelanjutan [43]. Gedung ini dirancang untuk meningkatkan kesadaran akan peran kritis yang dimainkan oleh penelitian energi dalam memerangi krisis iklim yang semakin parah.



Gambar. 1.16. Konsep orientasi bangunan Vagelos Laboratory [42].

Fasad bangunan dirancang menggunakan sistem *curtain wall aluminium* yang dilengkapi dengan elemen peneduh pada sisi timur dan barat. Elemen peneduh tersebut berfungsi untuk mengendalikan masuknya panas matahari sekaligus mengoptimalkan pencahayaan alami ke dalam bangunan. Geometri elemen dikembangkan melalui simulasi untuk mencapai kinerja peneduhan dan distribusi cahaya yang optimal [43].

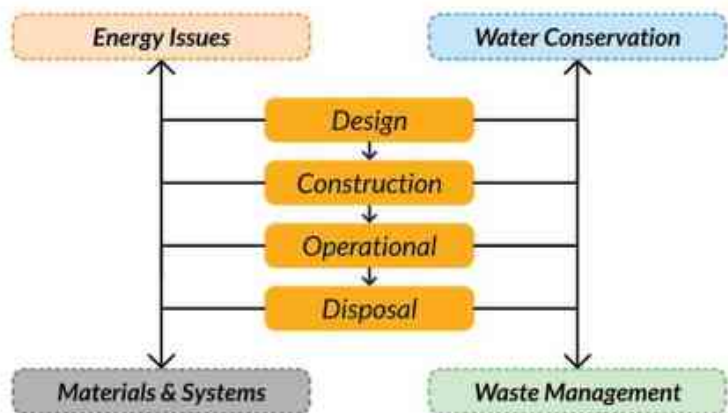


Gambar. 1.17. Konsep fasad bangunan Vagelos Laboratory [42].

1.6 Kajian Pendekatan Desain

1.6.1 Landasan Teori

Green architecture adalah pendekatan desain dengan upaya terencana untuk mengubah suatu bangunan dalam tapak dengan cara menambah vegetasi, meningkatkan kualitas lingkungan, dan membangun struktur yang mampu mengoptimalkan ekosistem pada area tersebut [44]. Bangunan hijau adalah bangunan yang tidak hanya memenuhi persyaratan teknis gedung, tetapi juga menunjukkan kinerja terukur dalam efisiensi air, energi, dan sumber daya lain melalui penerapan prinsip ramah lingkungan [45]. Implementasi konsep ini menegaskan bahwa perubahan perilaku dan pemanfaatan teknologi pada bangunan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mereduksi dampak pemanasan global.

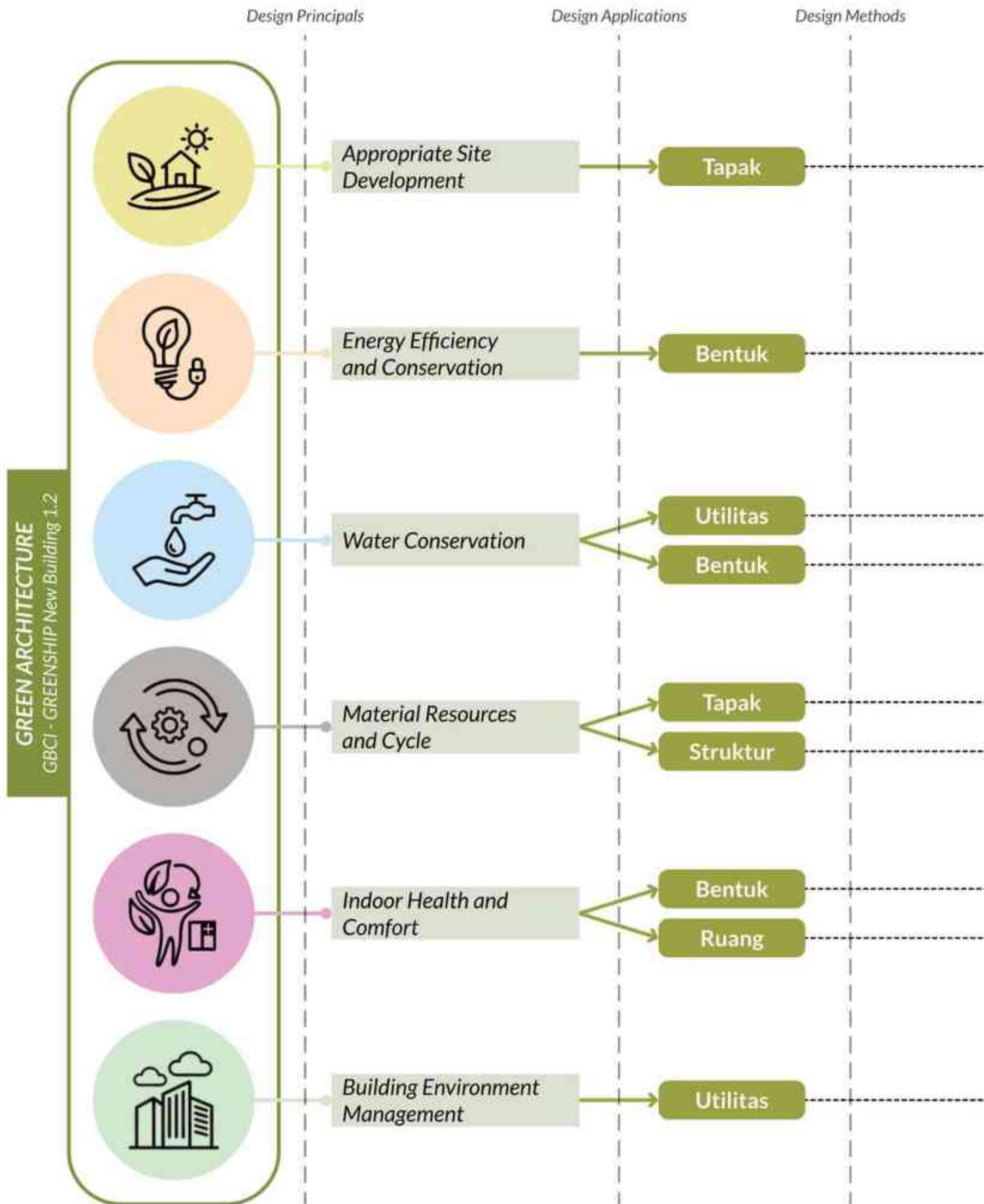


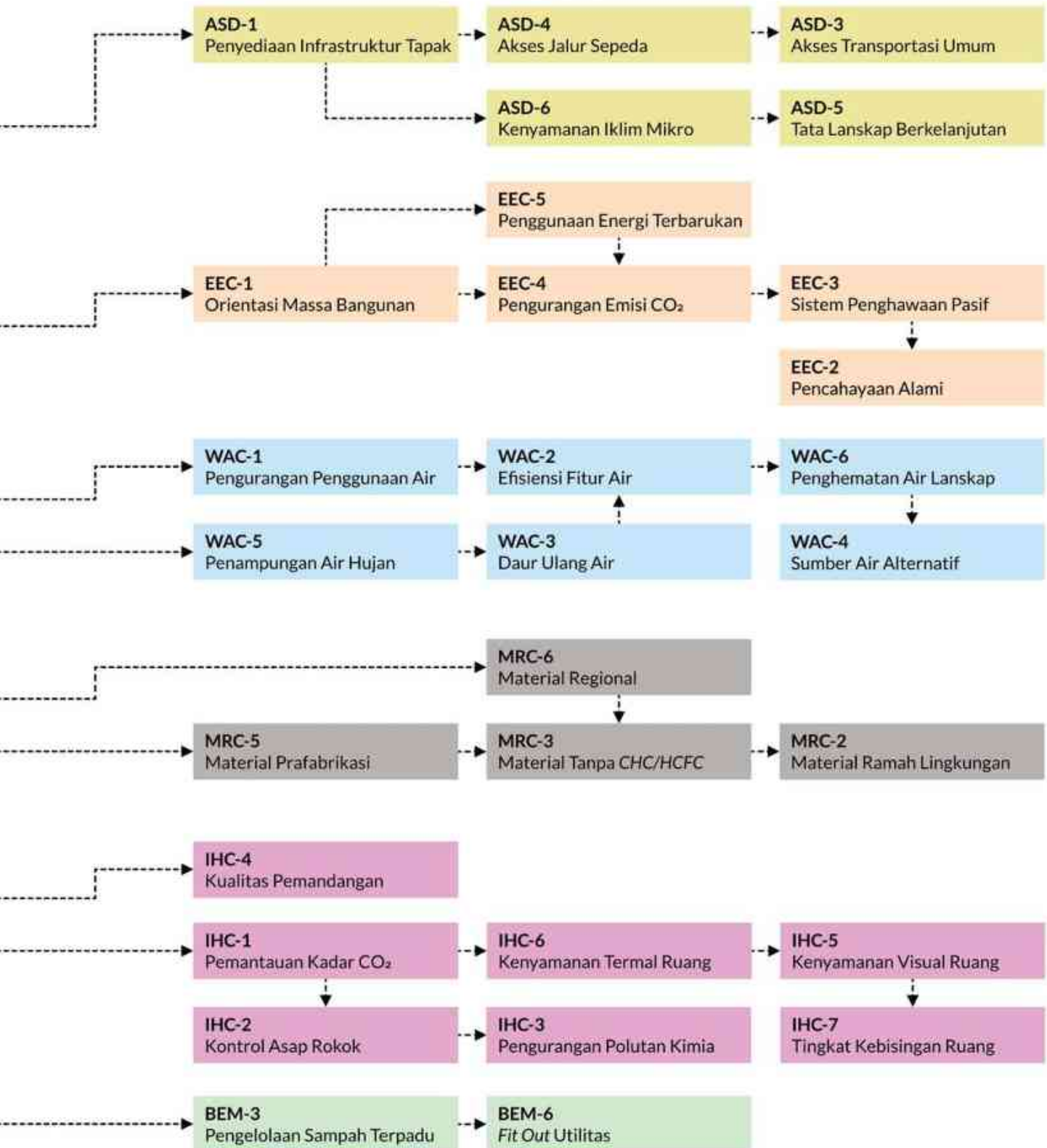
1.6.2 Prinsip Desain

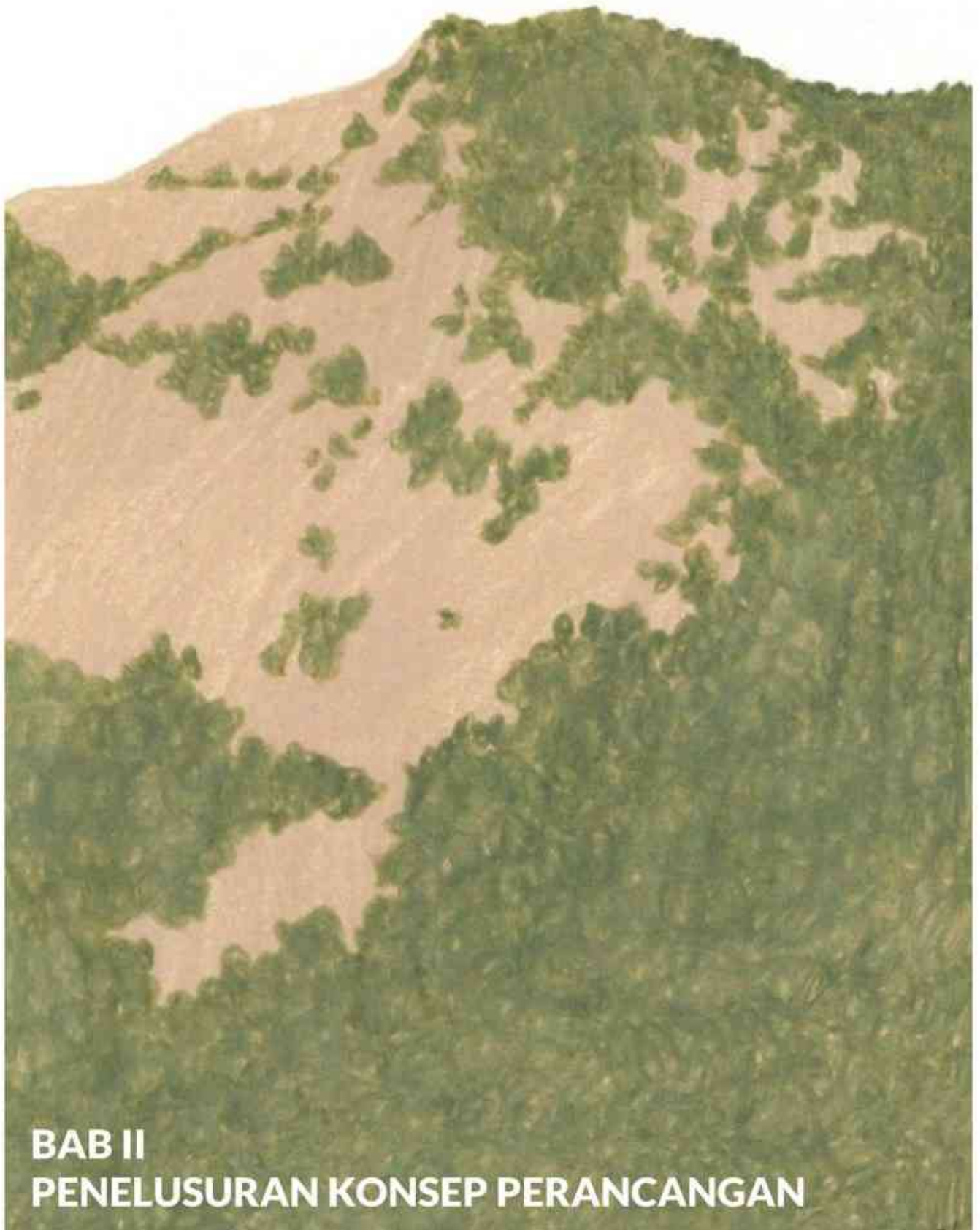
Prinsip *green building* menurut Green Building Council Indonesia (GBCI) meliputi enam aspek utama, yakni kesesuaian tata guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber serta siklus material, kualitas udara dan kenyamanan ruang, serta manajemen lingkungan bangunan [46]. GBCI sendiri merupakan lembaga independen nirlaba yang berperan sebagai otoritas sertifikasi bangunan hijau di Indonesia, sekaligus anggota dari World Green Building Council. Untuk menilai penerapan prinsip-prinsip tersebut, GBCI mengembangkan instrumen *greenship rating tools*, yaitu seperangkat kriteria, prasyarat, dan tolok ukur yang digunakan sebagai pedoman evaluasi performa bangunan hijau [46]. Perancangan laboratorium bioteknologi pertanian didasarkan pada panduan *GreenShip New Building v1.2* sebagai acuan dalam mengevaluasi dan mengarahkan desain berkelanjutan bangunan baru agar selaras dengan standar keberlanjutan nasional.



1.7 Strategi Desain







2.1 Analisis Pengguna

Analisis pengguna dilakukan sebagai dasar penentuan zonasi laboratorium dengan mengidentifikasi karakter pengguna, pola sirkulasi, dan waktu aktif masing masing kelompok. Kajian ini bertujuan memahami peran, intensitas aktivitas, serta kebutuhan akses setiap pengguna sehingga dapat ditetapkan pembagian zona yang jelas, terkontrol, dan sesuai dengan tingkat risiko maupun hierarki operasional. Hasilnya menjadi acuan dalam merumuskan pemisahan area publik, semi publik, terbatas, dan area khusus agar tata ruang laboratorium berjalan efisien, aman, dan tidak saling mengganggu.

Keterangan

• Tipe Fungsi

□ Fungsi Ruang

□ Station / Sub-Ruang

• Tipe Pengguna

○ Pengguna Tetap

○ Pengguna Tidak tetap

• Tipe Alur

→ Alur Linear

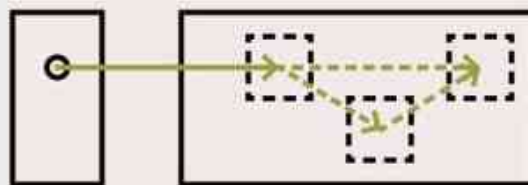
→ Alur Fleksibel

2.2.1 Pengguna Utama



Peneliti

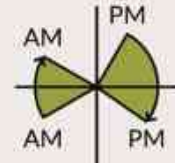
Pola Sirkulasi



Karakter Pengguna

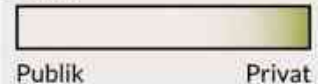
Sirkulasi selektif, aktif periodik, dominan di zona risiko rendah-sedang.

Waktu Aktif



Periodik

Zonasi



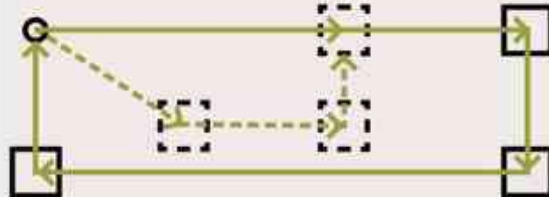
Publik

Privat



Asisten Peneliti

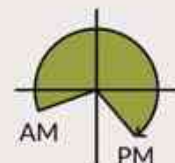
Pola Sirkulasi



Karakter Pengguna

Sirkulasi intens, aktif hampir sepanjang hari, lintas zona risiko sedang-tinggi.

Waktu Aktif



Kontinu

Zonasi



Publik

Privat



Teknisi Laboratorium

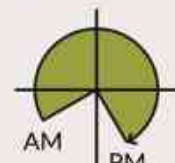
Pola Sirkulasi



Karakter Pengguna

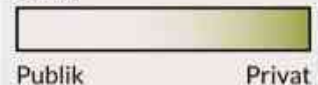
Sirkulasi luas dan terkontrol, aktif penuh harian, akses seluruh zona termasuk risiko sangat tinggi.

Waktu Aktif



Kontinu

Zonasi



Publik

Privat

	Pola Sirkulasi	Waktu Aktif Kontinu
Laboran Kultur	Karakter Pengguna Sirkulasi spesifik, aktif kontinu, terbatas pada zona risiko tinggi.	Zonasi Publik Privat

Tabel. III. Klasifikasi pengguna utama laboratorium bioteknologi pertanian. Diolah oleh penulis [51]–[53].

2.2.2 Pengguna Pendukung

	Pola Sirkulasi	Waktu Aktif Periodik
Manajer Laboratorium	Karakter Pengguna Sirkulasi strategis, aktif periodik, berada di zona pengawasan dan transisi.	Zonasi Publik Privat
	Pola Sirkulasi	Waktu Aktif Insidental
Biosafety Officer	Karakter Pengguna Sirkulasi insidental, aktif terkontrol, fokus zona risiko tinggi–sangat tinggi.	Zonasi Publik Privat
	Pola Sirkulasi	Waktu Aktif Terjadwal
Cleaning Service Khusus	Karakter Pengguna Sirkulasi terjadwal satu arah, aktif akhir hari, zona pasca-eksperimen dan limbah.	Zonasi Publik Privat

	Pola Sirkulasi 	Waktu Aktif
Teknisi MEP	Karakter Pengguna Sirkulasi servis, aktif luar jam puncak, zona teknis non-eksperimen.	Zonasi

Tabel. IV. Klasifikasi pengguna pendukung laboratorium bioteknologi pertanian. Diolah oleh penulis [51]–[53].

2.2.3 Pengguna Insidental

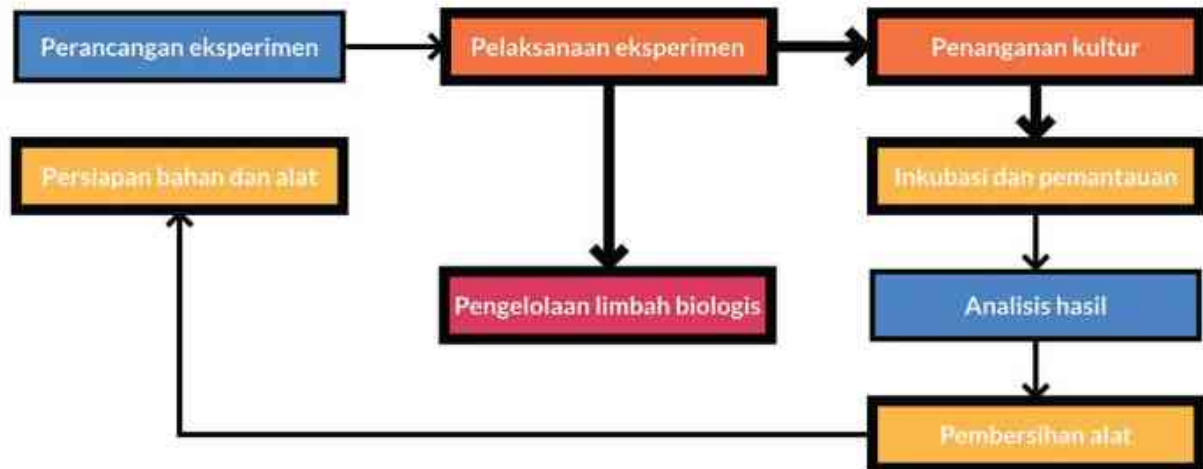
	Pola Sirkulasi 	Waktu Aktif
Mitra Industri	Karakter Pengguna Sirkulasi sangat terbatas, aktif singkat, zona publik terkontrol.	Zonasi
	Pola Sirkulasi 	Waktu Aktif
Tamu Akademik	Karakter Pengguna Sirkulasi linier singkat, aktif insidental, zona edukatif.	Zonasi
	Pola Sirkulasi 	Waktu Aktif
Petugas Logistik	Karakter Pengguna Sirkulasi terpisah, aktif awal dan akhir hari, zona servis dan limbah.	Zonasi

Tabel. III. Klasifikasi pengguna insidental laboratorium bioteknologi pertanian. Diolah oleh penulis [51]–[53].

2.2 Analisis Aktivitas & Zonasi

2.2.1 Diagram Aktivitas Pengguna

- Alur Eksperimen Utama



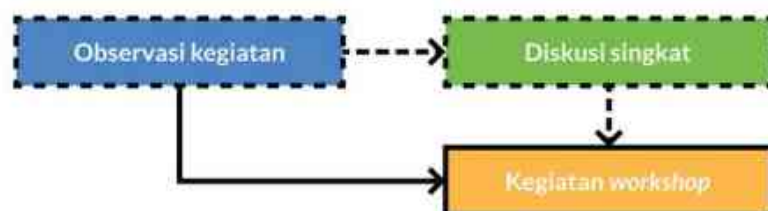
- Alur Operasional Teknis



- Alur Supervisi dan Kontrol



- Alur Kunjungan Terbatas



Keterangan

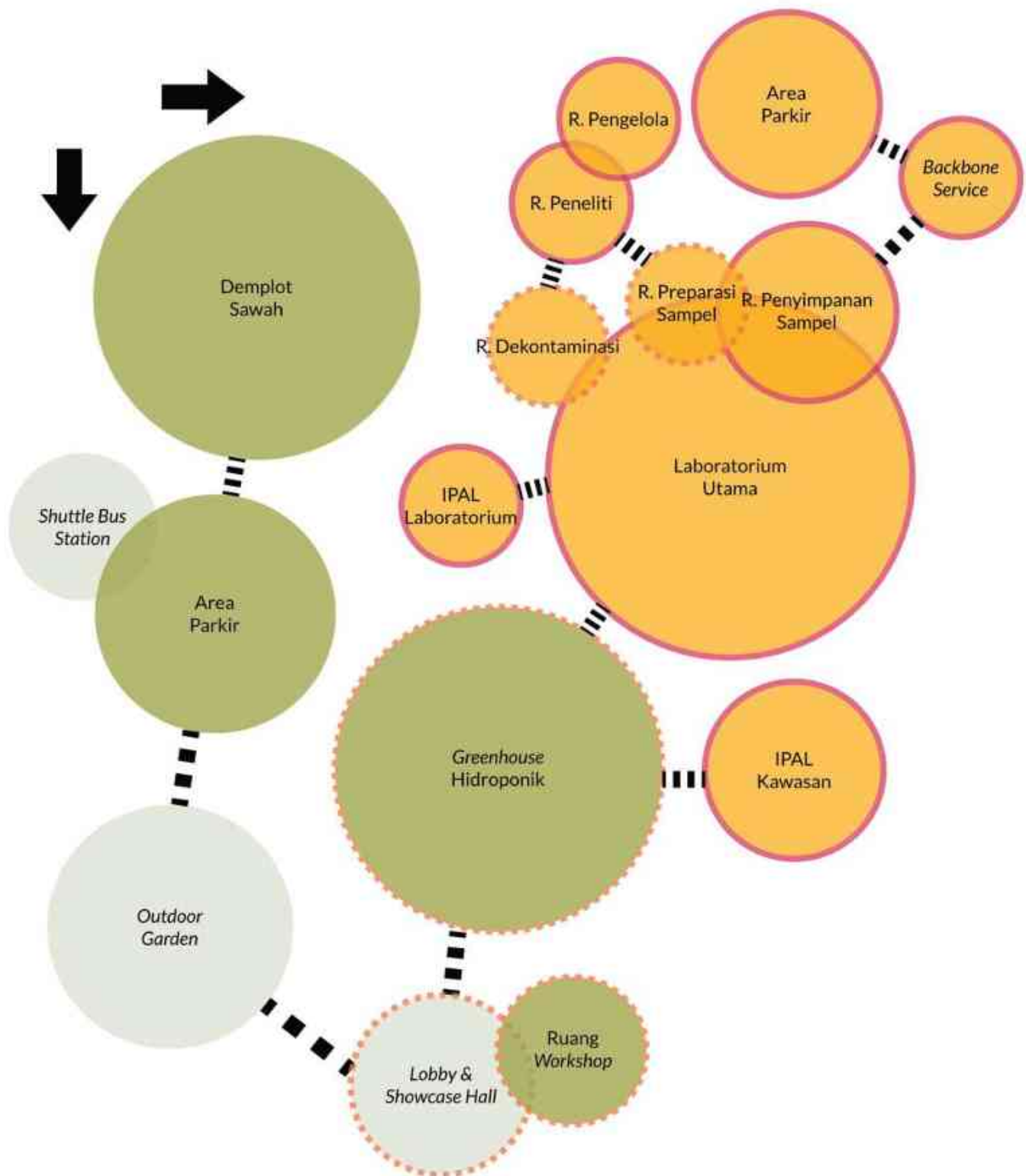
- Tingkat Risiko

 Tidak ada	 Tinggi
 Rendah	 Sangat tinggi
 Sedang	

- Karakter Aktivitas

 Aktivitas dilakukan rutin dan berulang
 Aktivitas terjadwal, tidak setiap waktu
 Aktivitas hanya pada kondisi tertentu

2.2.2 Diagram Keterhubungan Fungsi



Keterangan

• Aksesibilitas

- Publik
- Semi-Publik
- Privat

• Alur Sirkulasi

- Berdekatan
- Berjauhan
- Entry

• Tipe Zonasi

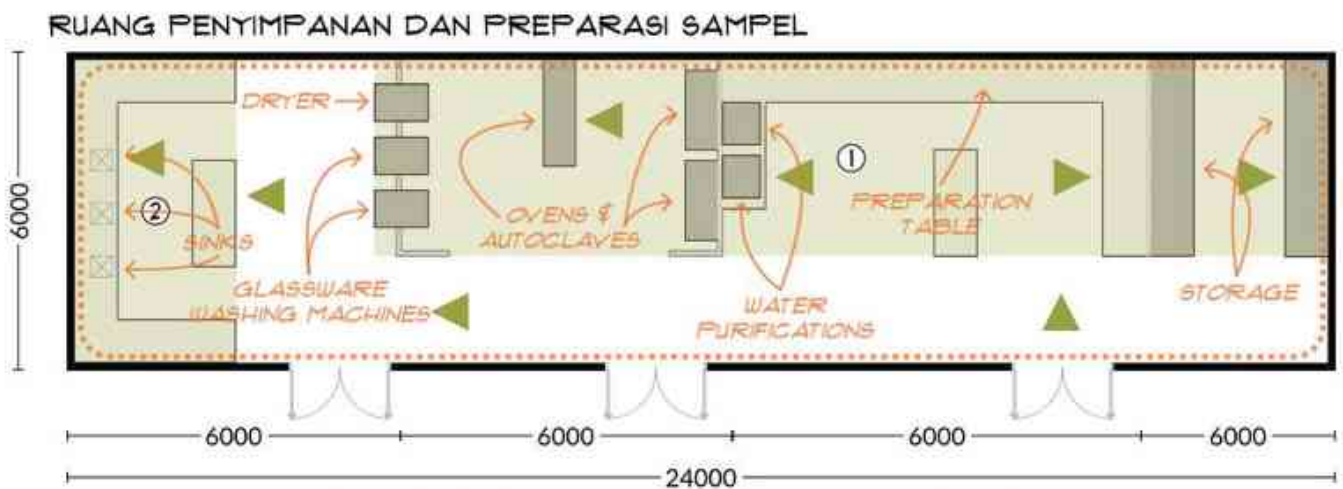
- Bebas
- Terbatas
- Khusus

2.3 Analisis Besaran Ruang

2.3.1 Prototype Tata Letak Fasilitas Laboratorium

Menurut ahli [54], kerangka laboratorium berkelanjutan, tata letak dirancang berbasis sistem modular yang memungkinkan skala ruang disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan kapasitas riset dan perkembangan teknologi tanpa mengorbankan kinerja operasional. Dasar kuantitatif modul luasan ruang mengacu pada perhitungan kebutuhan ruang minimum pada Lampiran A dan standar spesifikasi furnitur laboratorium [55], [56] yang dielaborasi dengan ke dalam skema tata letak.

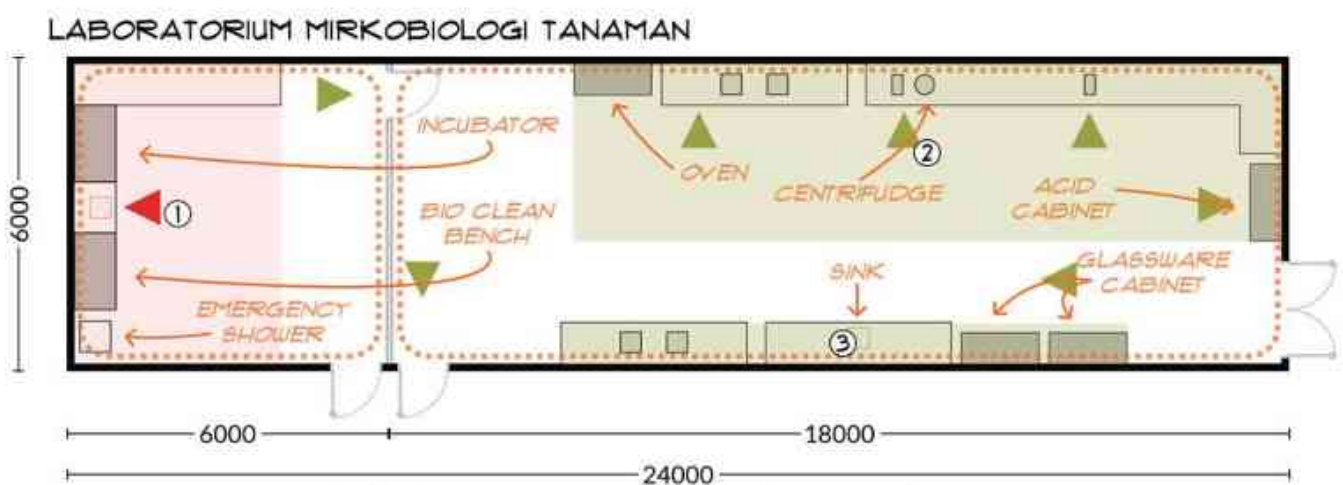
Keterangan : ■ BSL-1 ■ BSL-2



Gambar. 2.6. Denah prototype ruang penyimpanan dan preparasi sampel.

① Modul Preparation Area dipisah dengan sekat dinding partisi dan antar area tidak menggunakan pintu untuk memudahkan sirkulasi linear. Kebutuhan antar area preparasi dan area penyimpanan dapat menyesuaikan sesuai kebutuhan laboratorium secara berkelanjutan dengan memprioritaskan penggunaan adjustable furniture.

② Washup area diletakkan pada bagian samping ruangan untuk efisiensi jalur utilitas pada fungsi laboratorium dan memudahkan jalur maintenance dan inspeksi fitur air yang dilakukan secara berkala.



Gambar. 2.7. Denah prototype ruang laboratorium mikrobiologi tanaman.

① Pre-PCR area (bersih) untuk bahan reagen dipisah dengan area Post-PCR, sehingga tidak terjadi terkontaminasi pada sampel reagen.

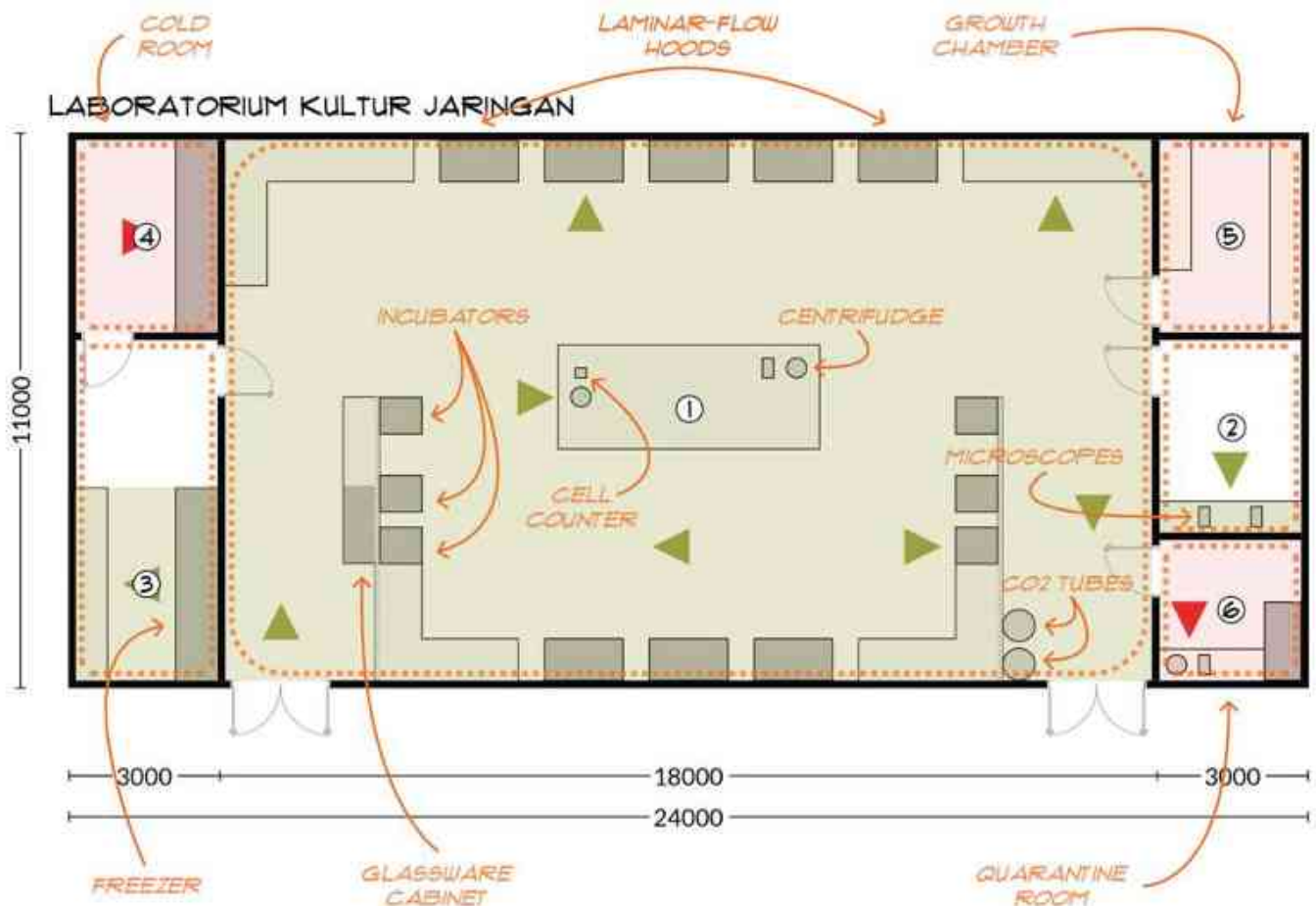
② Alur ruang satu arah. Post-PCR area (kotor) sebagai tempat DNA yang sudah digandakan. DNA dari area analisis tidak boleh kembali ke area bersih karena bisa merusak seluruh hasil tes.

③ Lemari penyimpanan alat diletakkan terpisah dari area analisis laboratorium sehingga lebih aman untuk melakukan proses sterilisasi

① Kebutuhan untuk memperbanyak tanaman secara vegetatif dalam kondisi aseptik (steril), sehingga perlu area kerja *laminar-flow hoods* dengan jumlah yang menyesuaikan kebutuhan laboratorium. Area bersekat dan memiliki hierarki ruang yang ketat.

② Area mikroskop terpisah dengan area utama sehingga fungsional ruang pada kondisi cahaya yang terkontrol. Perletakan ruang pada bagian samping sehingga memiliki alur *linear* dengan ruang yang berdekatan.

③ Area penyimpanan yang terintegrasi pada laboratorium untuk area pertumbuhan dan ruang penyimpanan hasil kultur pada kondisi cahaya dan temperatur yang terkontrol.



Gambar. 2.8. Denah *prototype* ruang laboratorium kultur jaringan.

④ Ruang yang digunakan sebagai ruang penyimpanan bahan kimia untuk mencegah reaksi penguraian atau memperlambat reaksi penguraian. Perletakan ruang pada area samping laboratorium sehingga pengkondisian suhu ruang lebih efektif dengan ruang terdekat.

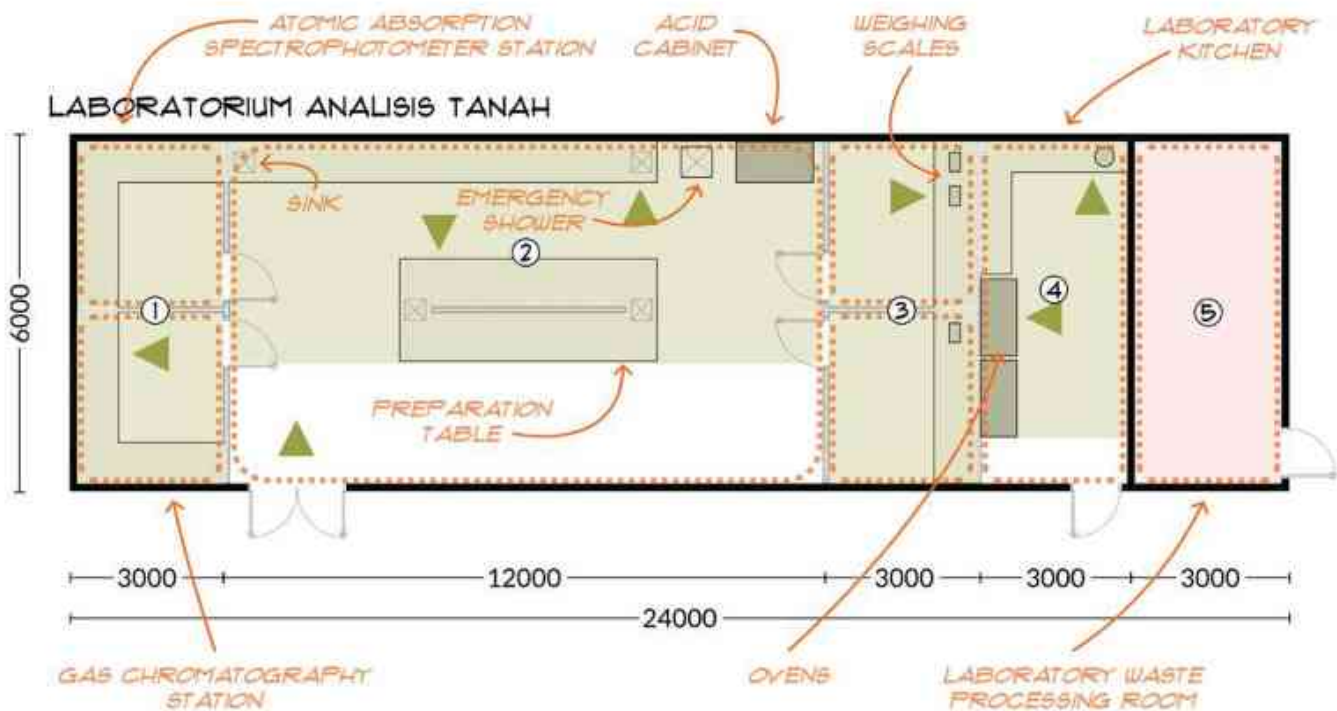
⑤ Ruang terpisah dengan alat simulasi lingkungan terkontrol yang presisi untuk mengatur suhu, kelembaban (RH), dan intensitas cahaya. Ruang harus steril dan terpisah dengan ruang utama.

⑥ Ruang inkubasi yang khusus untuk pencahayaan 24 jam dan AC yang harus menyala terus-menerus untuk menjaga suhu stabil. Ruang dipisah untuk efisiensi beban listrik pada bangunan.

① Ruang bersekat yang wajib ber-AC dengan suhu stabil dan kelembaban rendah untuk memastikan akurasi hasil pengukuran pada sampel dan mengoptimalkan beban energi. *Spectrophotometer* dan *gas chromatography* sangat sensitif terhadap kelembaban tinggi yang dapat merusak komponen elektronik dan optik instrumen.

② Zona primer memiliki akses langsung dari luar bangunan, karena sampel tanah pertama kali diterima, diproses fisik, dan disiapkan sebelum masuk ke analisis kimia/biologi yang lebih sensitif. Tata letak memprioritaskan fungsi fungsional, durabilitas, serta kemudahan aktivitas pembersihan untuk mencegah kontaminasi silang ke area bersih (area analisis).

③ Area penimbangan dan area mikroskop terpisah dengan pertimbangan sterilisasi instrumen, pemilahan sampel, dan kebutuhan kualitas ruang dengan pencahayaan dan suhu ruangan lebih yang terkontrol dan efisien.



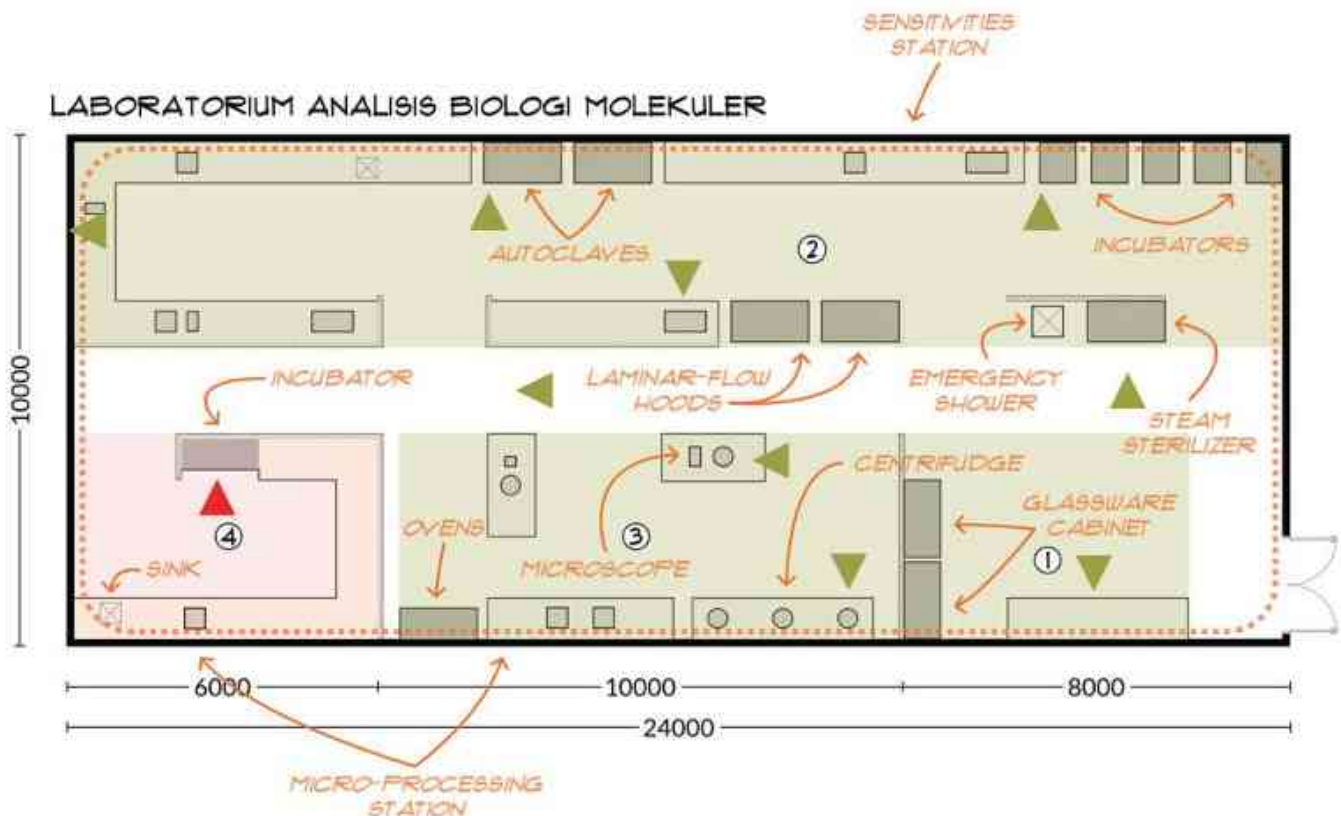
Gambar. 2.9. Denah prototype ruang laboratorium analisis tanah.

④ Area pertama setelah sampel masuk. Sampel tanah dibersihkan dari kerikil/akar, dikeringkan (diangin-anginkan atau menggunakan oven suhu rendah) untuk menghilangkan kelembapan. Penyimpanan sampel tanah kering sebelum uji lanjut. Area ini harus terpisah dari ruang analisa instrumen (ruang bersih) untuk mencegah kontaminasi debu tanah ke alat-alat sensitif.

⑤ Zona khusus yang berfungsi untuk menampung, memproses, dan menetralkan limbah cair (bahan kimia sisa ekstraksi tanah), limbah padat (sampel tanah bekas analisis), dan limbah gas, sebelum dibuang ke lingkungan. Ruang dipisahkan dari laboratorium inti dan akses terpisah dengan sirkulasi utama untuk mencegah kontaminasi silang dan bahaya kesehatan. Diperlukan sistem *exhaust* udara yang mumpuni untuk mencegah penumpukan gas beracun. Berada pada bagian tepi laboratorium agar kendaraan servis mudah untuk pengambilan sampel limbah atau pengangkutan limbah padat.

① Area untuk persiapan reagen dan ekstraksi sampel yang diletakkan di ujung ruangan dengan aliran udara yang paling bersih. Menggunakan furnitur lab yang dapat dipindahkan (*modular casework*) dan bench (meja) panjang yang terbuka, memudahkan penataan ulang alat. Penggunaan kaca yang luas untuk menjaga interior tetap terang dan memungkinkan peneliti memantau aktivitas di area lain tanpa hambatan fisik, sekaligus **mempertahankan keterhubungan visual antar fungsi sub-ruang tanpa mengorbankan batasan zonasi higienis** berdasarkan pola sirkulasi *linear*.

② Meminimalisir dinding pembatas permanen antar area kerja, memaksimalkan fleksibilitas, visibilitas, dan kolaborasi antar peneliti. Mengelompokkan peralatan dan meja kerja dalam satu ruang besar, namun tetap memperhatikan alur kerja (*workflow*) untuk mencegah kontaminasi pada analisis DNA/RNA. Pemisahan utama dilakukan dengan *biosafety cabinet* (BSC) atau lemari asam.



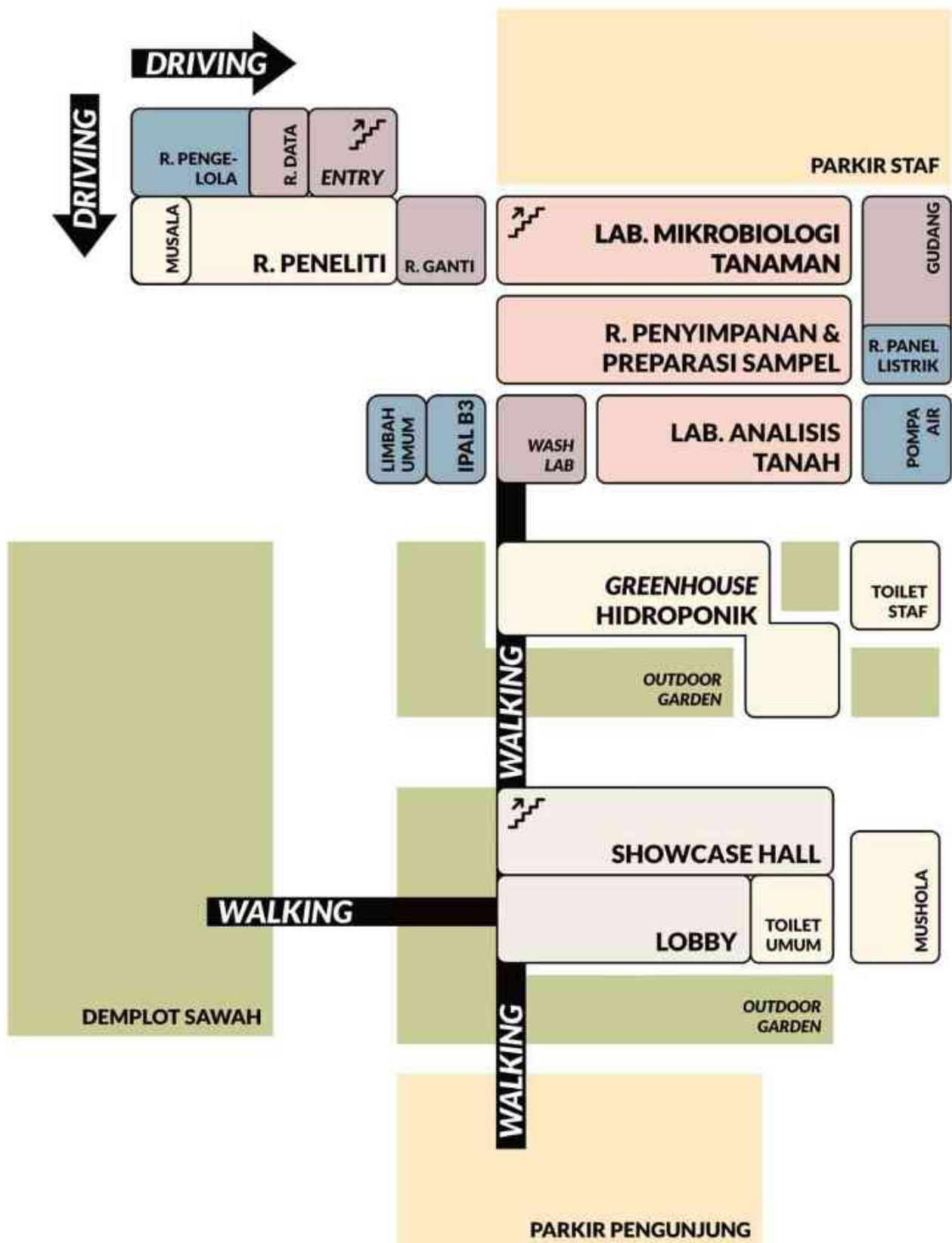
Gambar. 2.10. Denah prototype ruang laboratorium analisis tanah.

③ Penggunaan aliran udara searah (*directional airflow*) dan sistem ventilasi (HVAC) terpisah untuk memastikan area "bersih" tidak terkontaminasi oleh area "kotor". Ruang kerja sering kali menggunakan modul standar yang memungkinkan meja kerja (*workbenches*) dipindah atau dikonfigurasi ulang sesuai kebutuhan proyek penelitian yang terus berkembang. Konfigurasi spasial dirancang agar jalur sirkulasi personel dan material tidak saling berpotongan. Pendekatan ini memperkuat prinsip *biosafety* dengan mengintegrasikan strategi teknis dan tata letak ruang secara koheren.

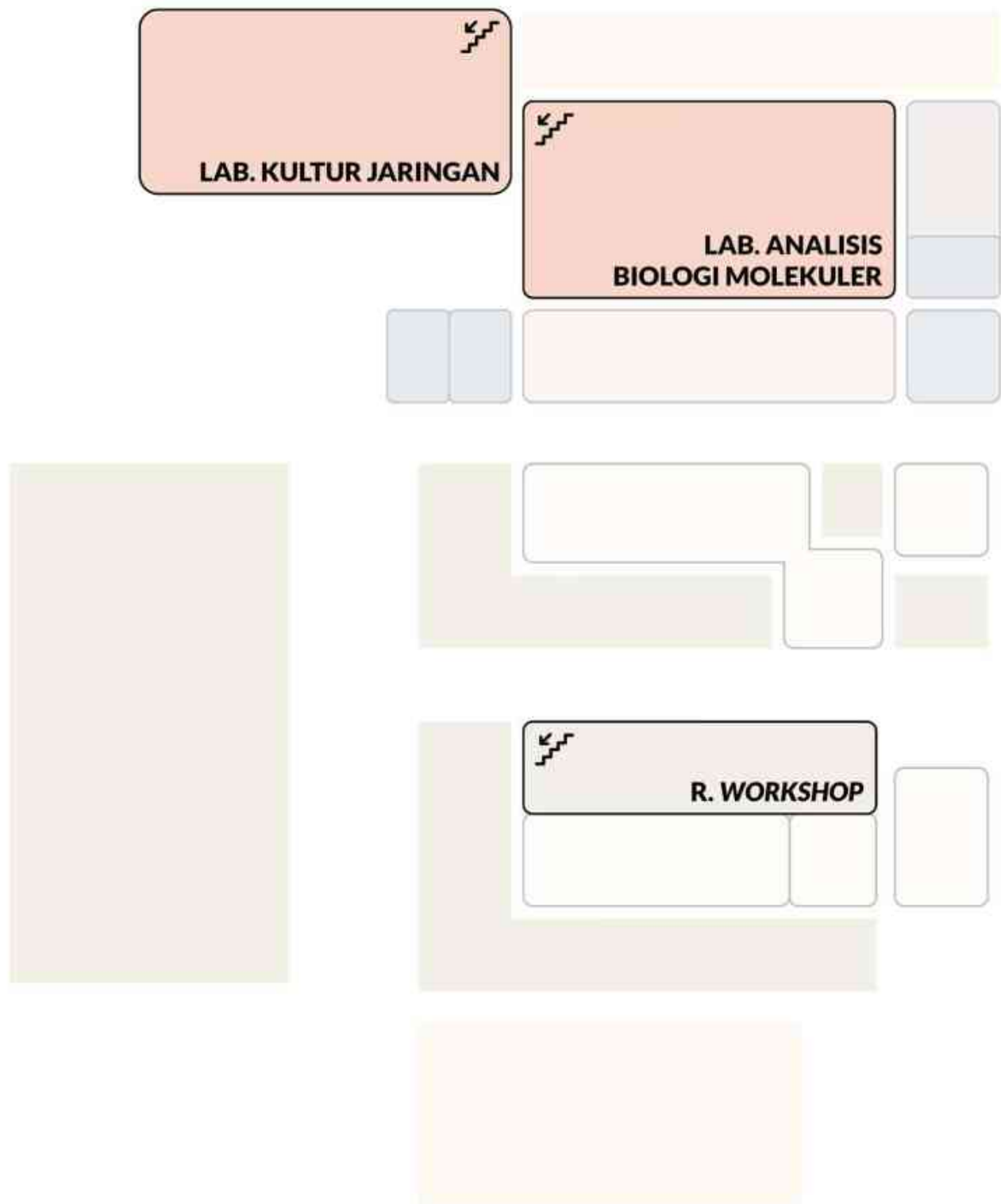
④ Sub-ruang diletakkan pada bagian paling ujung dengan penggunaan jenis sekat dinding yang berbeda atau furnitur laboratorium yang berbeda untuk menandai batas antar zona tanpa menghalangi pandangan. Zona analisis terpisah dengan alur kerja satu arah untuk proses pra-amplifikasi, dikarenakan proses analisis molekuler sangat sensitif terhadap kontaminasi silang.

2.3.2 Block Plan Kawasan

FIRST FLOOR BLOCK PLAN



SECOND FLOOR BLOCK PLAN



Keterangan

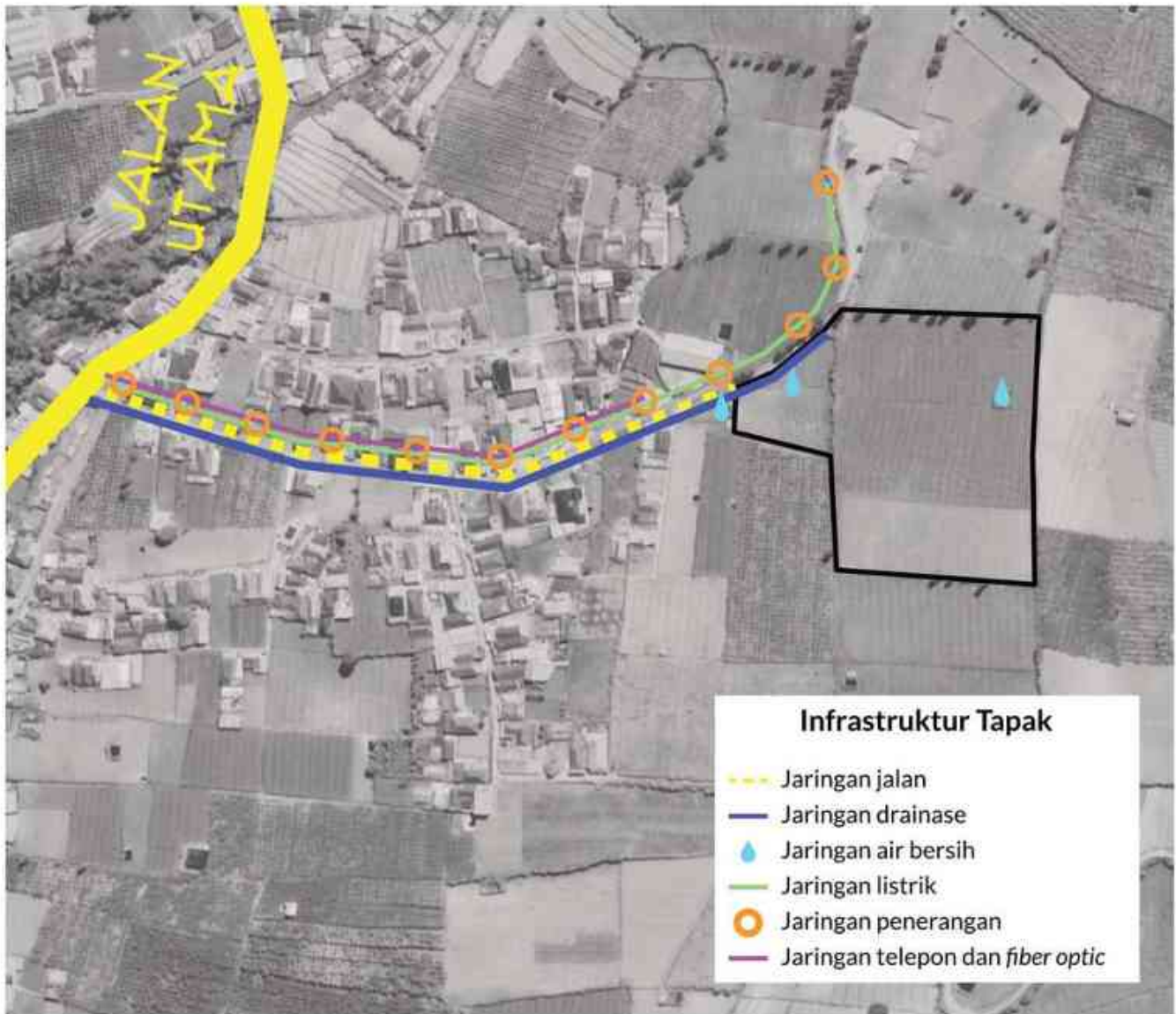
• Tipe Fasilitas

- Utama
- Penunjang
- Servis
- Operasional
- Publik

• Blok

- Area Outdoor
- Bangunan

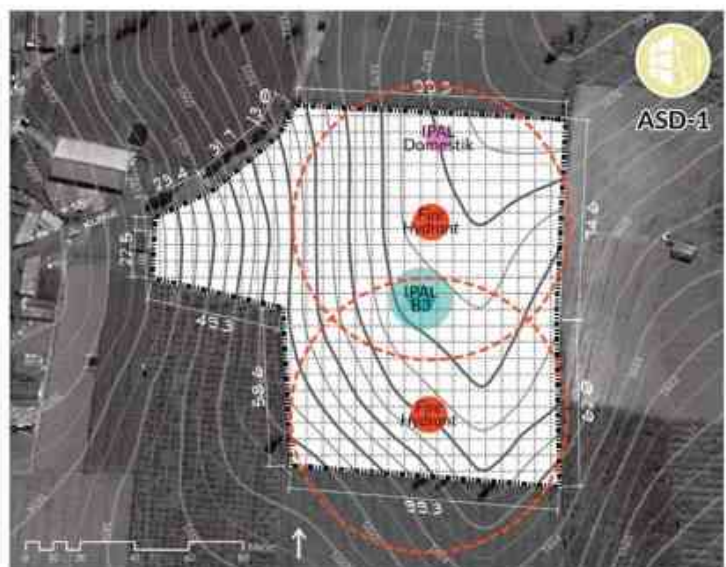
2.4 Analisis Kawasan Makro



Gambar. 2.1. Diagram analisis kriteria tepat guna lahan (ASD-1) [29], [46]. Diolah oleh penulis.

Terdapat 6 infrastruktur eksisting pada area tapak, dalam hal ini masih belum memenuhi kriteria pada ASD-1, yakni minimal 9 dari 12 prasarana dan sarana kota yang harus tersedia pada area tapak. Menambahkan infrastruktur sistem pembuangan sampah terintegrasi, sistem pemadam kebakaran, dan STP kawasan pada tapak sesuai dengan standar perancangan laboratorium [47]–[49].

Titik penempatan *fire hydrant* memanfaatkan sumber air eksisting dari kolam embung. Pertimbangan penempatan IPAL berdekatan dengan zona pengolahan limbah kimia, sehingga pengelolaan zat kontaminan bisa lebih efisien. Zona untuk pembuangan sampah akhir pada tapak berada pada titik yang berdekatan dengan jaringan jalan tapak untuk memudahkan pengangkutan sampah keluar.



Gambar. 2.2. Diagram respon desain kriteria ASD-1 [47]–[49]. Diolah oleh penulis.

Terkait mendorong kampanye *green building* untuk mengurangi emisi CO₂ pada lingkungan, **aksesibilitas tapak dibatasi untuk penggunaan kendaraan pribadi**, sehingga akses menuju tapak menggunakan moda transportasi umum. **Angkutan umum yang digunakan adalah layanan bus feeder** oleh PO Bagong rute Mojokerto (Terminal Kertajaya) menuju Batu (Alun-alun/Terminal Batu) via jalur ekstrem Pacet-Cangar. Akan tetapi, **jaringan jalan menuju tapak tergolong curam (8,5%)** sehingga dirasa kurang nyaman untuk berjalan kaki. Respon desain yang dapat dilakukan adalah **menyediakan titik penghubung menuju tapak dari akses jalan utama menggunakan moda transportasi *shuttle* listrik**.



Gambar. 2.3. Rute angkutan feeder Batu-Mojokerto [29], [50]. Diolah oleh penulis.



Gambar. 2.4. Diagram respon desain kriteria akses transportasi umum (ASD-3) [29], [46]. Diolah oleh penulis.



Gambar. 2.5. Eksisting jaringan jalan tapak dan rencana titik penghubung tapak [29]. Diolah oleh penulis.

Respon yang dapat dilakukan adalah melakukan **redesign** dari kondisi eksisting, sehingga aksesibilitas menjadi lebih terjangkau dan nyaman bagi pengguna di lingkungan sekitar. Pada rencana titik penghubung moda transportasi umum menuju tapak, **fasilitas eksisting akan dipertahankan dan diperbarui** sesuai dengan kebutuhan moda transportasi *shuttle* listrik.

Pemilihan menggunakan *shuttle* listrik selain karena dapat mengurangi emisi CO₂ pada lingkungan, dikarenakan akses untuk mendapatkan bahan bakar bensin dari titik lokasi masih cukup jauh. Oleh karena itu, bahan bakar listrik dirasa lebih efektif untuk kebutuhan transit dari titik stasiun menuju tapak.

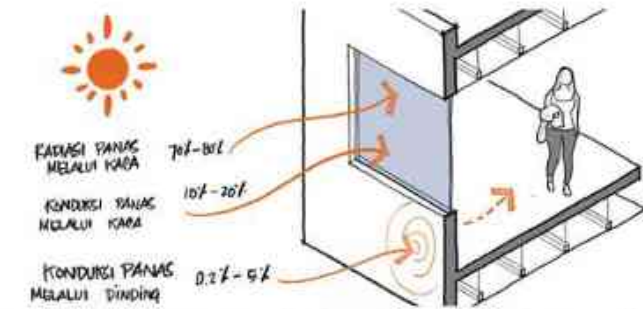
2.5 Analisis Bentuk

2.5.1 Orientasi Tataan Massa

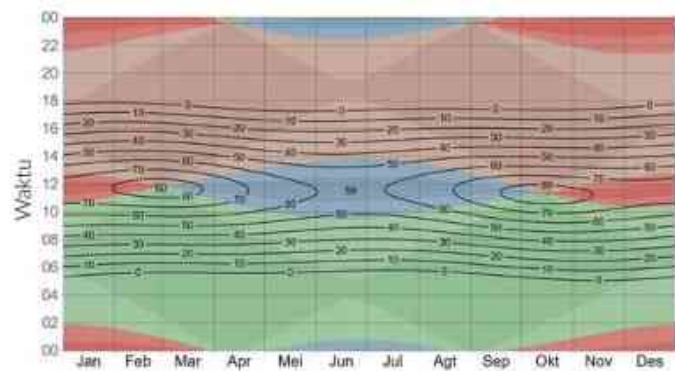
Bangunan perlu meminimalkan paparan matahari dari arah timur dan barat untuk menekan *building heat gain* dengan melakukan perhitungan OTTV dan RTTV untuk memenuhi kriteria EEC-1. Grafik elevasi dan azimuth menunjukkan bahwa di lintang tropis matahari bergerak tinggi sepanjang tahun dengan radiasi sudut rendah yang signifikan dari timur dan barat, sehingga massa bangunan diorientasikan memanjang timur-barat agar eksposur fasad lebih terkendali dan pengendalian radiasi utara-selatan dapat dilakukan secara efektif melalui *shading horizontal*.

Selain mempertimbangkan orientasi terhadap pergerakan matahari, penataan massa juga harus merespon kondisi topografi eksisting agar strategi efisiensi energi tidak dicapai dengan konsekuensi ekologis dan teknis yang tinggi. Strategi ini bertujuan untuk meminimalisir volume *cut and fill* untuk menjaga ekosistem tanah dan mengurangi emisi CO₂ pada kriteria EEC-4 pada saat tahap konstruksi, sehingga dapat meminimalisir penggunaan energi secara bertahap.

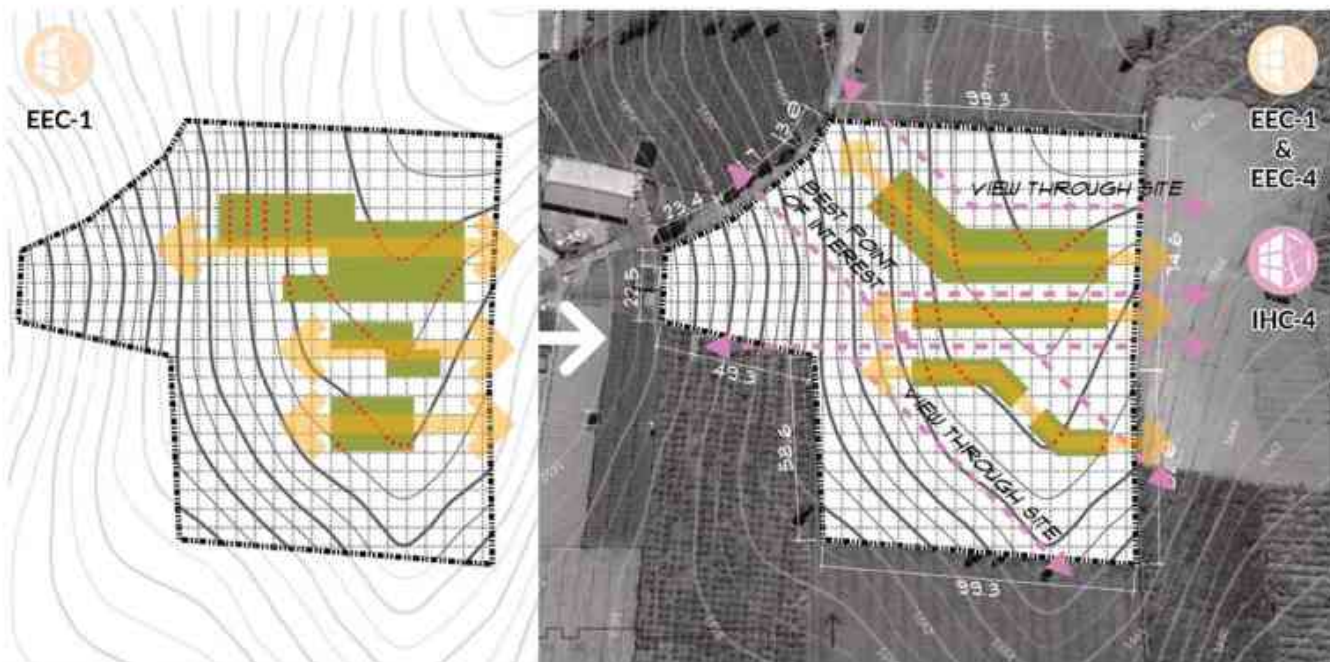
Utara Selatan Timur Barat — Altitude



Gambar. 2.11. Persentase radiasi matahari pada muka bangunan [58].



Gambar. 2.12. Data elevasi matahari dan azimuth sepanjang Musim di Kota Batu [59].



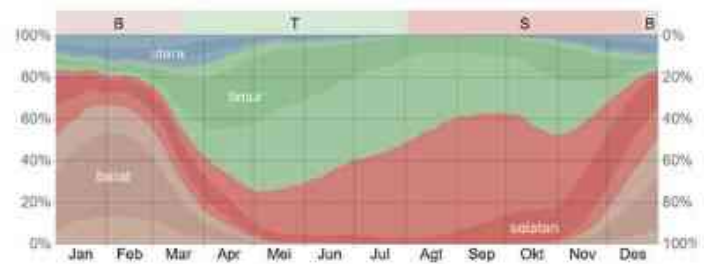
Gambar. 2.13. Transformasi bentuk terhadap orientasi tataan massa.

Transformasi bentuk berangkat dari orientasi massa memanjang untuk merespons paparan matahari timur dan barat, kemudian dipotong guna membentuk *view through site* pada tiap fungsi untuk meningkatkan kualitas pemandangan sesuai dengan kriteria IHC-4 dan meningkatkan kualitas visual dan sirkulasi udara. Tataan massa tataan massa dimiringkan mengikuti garis kontur eksisting dengan memetakan perbedaan elevasi aktual ke dalam konfigurasi lantai bangunan, sehingga kebutuhan *cut and fill* ditekan melalui strategi *split level*, sehingga penyesuaian elevasi antar ruang tanpa pengerukan atau penimbunan berlebihan. Dengan demikian, komposisi massa yang dihasilkan menjadi lebih adaptif terhadap tapak sekaligus menegaskan *vocal point* pada area entrance.

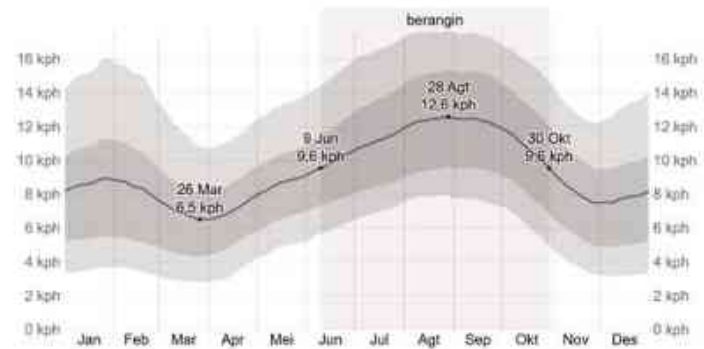
2.5.2 Kenyamanan Angin

Data kecepatan dan arah angin menunjukkan bahwa Kota Batu memiliki periode berangin yang cukup signifikan hampir sepanjang tahun. Identifikasi ini mengindikasikan bahwa tapak menerima potensi ventilasi alami yang cukup stabil, namun dengan perubahan orientasi dominan secara musiman. Oleh karena itu, **tatanan massa perlu mengakomodasi ventilasi silang adaptif dengan menempatkan bukaan utama pada sisi timur dan selatan**, serta mengontrol bukaan barat untuk meminimalkan kombinasi tekanan angin dan paparan panas sore.

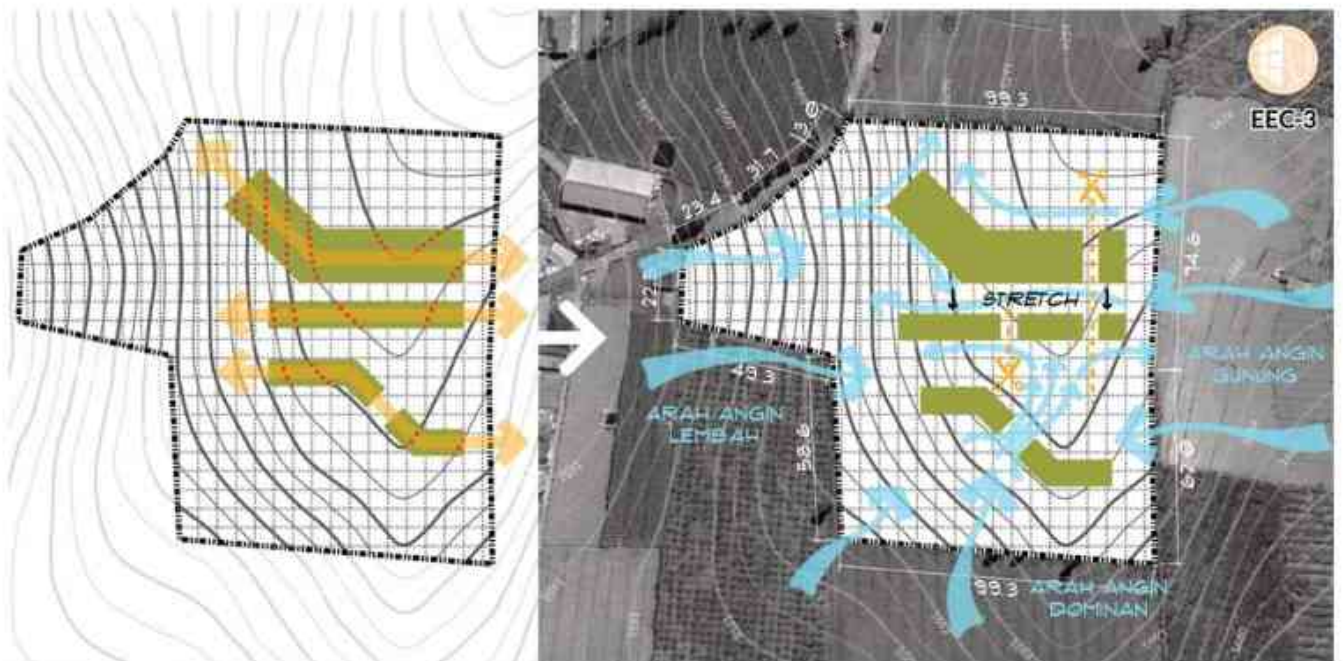
Koridor antar massa atau void dimanfaatkan sebagai jalur aliran udara yang terkontrol. Untuk fungsi yang membutuhkan stabilitas lingkungan seperti laboratorium tertentu, **diperlukan buffer spasial atau sistem ventilasi terpisah** agar tidak terpengaruh fluktuasi angin musiman, sehingga strategi desain tidak hanya memanfaatkan potensi angin tetapi juga tetap menjaga performa lingkungan ruang secara konsisten.



Gambar. 2.14. Data arah angin di Kota Batu [59].



Gambar. 2.15. Data kecepatan angin rata-rata di Kota Batu [59].



Gambar. 2.16. Transformasi bentuk terhadap respon turbulensi angin pada tatanan massa.

Konfigurasi massa didasarkan pada **kondisi tapak yang terbuka di sisi selatan dan diapit lereng pada arah timur dan barat**, sehingga **angin selatan diprioritaskan sebagai inlet utama**. Massa tidak dibentuk masif kontinu, melainkan **disusun open space plan berlapis dengan void atau koridor terbuka untuk mengarahkan aliran secara terkontrol melalui sumbu utara-selatan**, guna mendukung ventilasi silang tanpa menimbulkan percepatan berlebihan. Hal ini kemudian menjadi dasar dalam pengaturan aliran pada sisi timur dan barat, di mana telah disediakan sumbu angin sebagai jalur perlintasan udara untuk menjaga kontinuitas ventilasi secara lateral.

Di sisi lain, **bukaan sekunder pada timur dan barat tetap disediakan untuk merespons potensi aliran lateral** akibat pengaruh topografi. Konfigurasi ini diperkuat dengan perbedaan elevasi atau *split level* agar distribusi udara lebih merata dan tidak membentuk zona stagnasi. Berdasarkan analisis di atas, tatanan bangunan mampu memaksimalkan potensi ventilasi alami untuk memenuhi kriteria EEC-3 dengan **menjaga stabilitas dan kenyamanan termal kawasan secara menyeluruh**.

2.5.3 Pencahayaan Alami

Data penyinaran di Kota Batu menunjukkan **durasi siang yang relatif stabil sepanjang tahun**, dengan variasi hanya sekitar ± 35 menit dari rata-rata 12 jam. Hal ini menandakan bahwa **perbedaan musiman tidak signifikan dalam hal lamanya ketersediaan cahaya alami**. Sebaliknya, datautupan awan memperlihatkan perubahan yang lebih dominan, dengan periode lebih cerah pada Mei hingga Oktober dan periode lebih berawan pada Oktober hingga Mei.

Temuan ini mengarahkan strategi desain bukan pada upaya memaksimalkan durasi penyinaran, melainkan pada **pengendalian kualitas dan stabilitas iluminansi**. Pengendalian radiasi langsung dan silau, serta optimalisasi cahaya difus menjadi prioritas untuk menjaga pemerataan dan stabilitas iluminansi ruang. Dengan demikian, sistem fasad dan shading perlu dirumuskan sebagai **mekanisme filtrasi cahaya**, bukan sekadar pembukaan atau penutupan terhadap matahari.

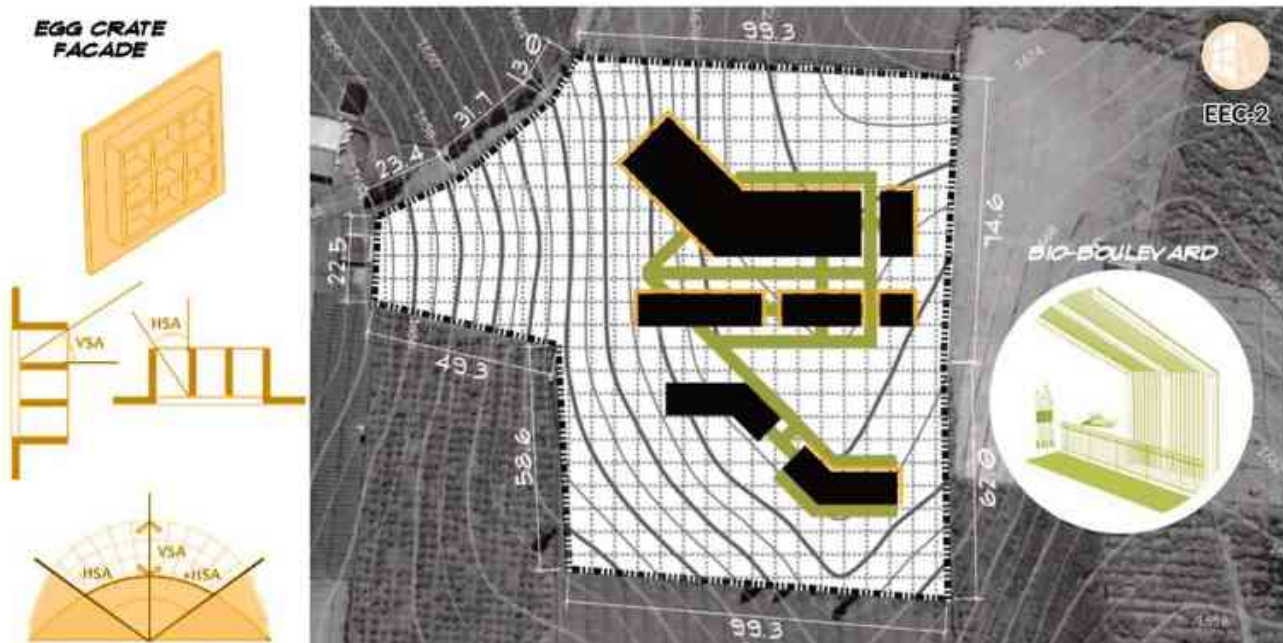


Gambar. 2.17. Data lama penyinaran matahari di Kota Batu [59].



Gambar. 2.18. Datautupan awan di Kota Batu [59].

Berdasarkan analisis penyinaran danutupan awan di Kota Batu, durasi siang relatif stabil sepanjang tahun, namun **kualitas cahaya berubah secara musiman antara dominasi cahaya difus dan kombinasi radiasi langsung-difus**. Pada tatanan orientasi massa $\pm 45^\circ$, radiasi datang secara diagonal sehingga fasad menerima paparan dari berbagai sudut. Kondisi ini menuntut **sistem filtrasi cahaya yang mampu menjaga stabilitas iluminansi tanpa menghasilkan kontras berlebihan**.



Gambar. 2.19. Skema titik penempatan fasad egg crate [60] dan bio-boulevard [38] terhadap tatanan massa. Diolah oleh penulis.

Egg-crate façade relevan karena kombinasi elemen horizontal dan vertikal mampu mengontrol sudut datang matahari tinggi maupun rendah secara simultan, sehingga menghasilkan distribusi cahaya yang lebih stabil dibanding sistem satu arah. Studi eksperimental menunjukkan bahwa konfigurasi ini efektif menurunkan temperatur ruang, mengontrol tingkat iluminansi, dan mengurangi glare dibanding fasad tanpa shading atau dengan sirip tunggal [61]. Penambahan **barrier eksternal** sebagai lapisan awal berfungsi memecah radiasi sebelum mencapai *egg-crate*, membentuk sistem filtrasi dua tahap yang menghasilkan cahaya alami yang lebih difus dan merata untuk **menjaga stabilitas iluminansi** yang dibutuhkan ruang laboratorium (EEC-2).

2.5.4 Manajemen Limpasan Air Hujan

Curah hujan di Kota Batu terkonsentrasi pada periode November hingga April dengan intensitas tinggi, sementara bulan-bulan lainnya relatif kering. Pola ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara musim basah dan kemarau, sehingga air hujan hadir sebagai sumber daya musiman yang potensial sekaligus risiko limpasan pada periode puncak.

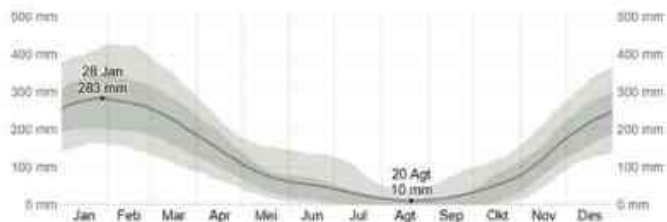
Strategi pengelolaan air yang terintegrasi dengan bentuk bangunan. Geometri atap perlu diarahkan untuk mengumpulkan dan mengontrol aliran air menuju titik tangkap tertentu, bukan sekadar membuangnya ke tepi tapak. Sistem *rainwater harvesting*, retensi, dan infiltrasi dapat dirancang sebagai bagian dari komposisi massa dan lanskap, sehingga air hujan tidak hanya dikelola sebagai beban drainase, tetapi sebagai elemen siklus lingkungan bangunan yang mendukung keberlanjutan operasional, khususnya pada musim kemarau.

Skema *rainwater harvesting* dikaitkan langsung dengan pengendalian *crossing* air hujan dengan tatanan massa untuk mengendalikan volume aliran air hujan. Komposisi massa diarahkan untuk membentuk jalur aliran yang terkontrol, sehingga setiap bidang atap bekerja sebagai *sub-catchment* yang mengalir menuju satu titik kumpul terpusat. Dengan demikian, pertemuan antar massa bukan menjadi area konflik limpasan, melainkan sebagai *node* kolektor yang mengonsolidasikan debit air hujan sehingga dapat dimanfaatkan untuk strategi penghematan air bersih sebagai pengairan lanskap pada tapak (WAC-1).

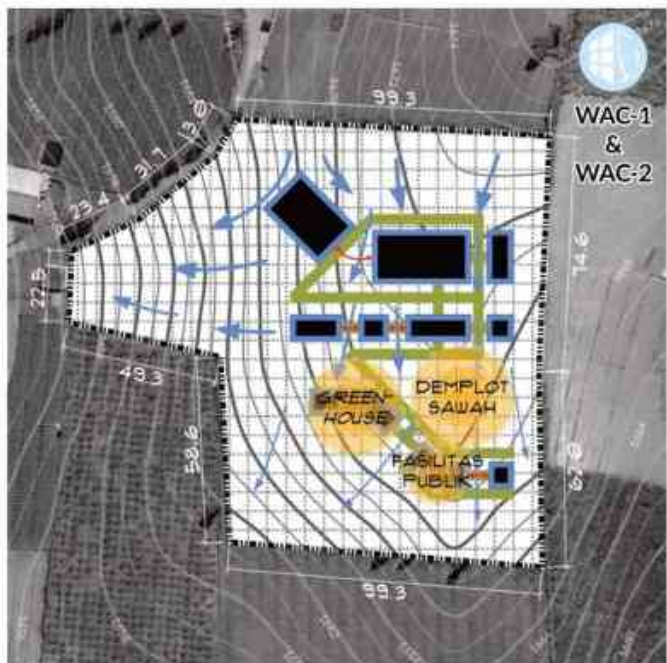
Prinsip neraca tangki menekankan pentingnya keseimbangan antara luas tangkapan, kapasitas penyimpanan, dan kebutuhan air (WAC-2) [62]. Oleh karena itu, metode yang dapat dilakukan ialah mengoptimalkan volume tangkapan dengan membentuk hierarki massa, atau membuat fungsi *portable landscaping* pada area atap sebagai area penampung atau zona infiltrasi (WAC-6).



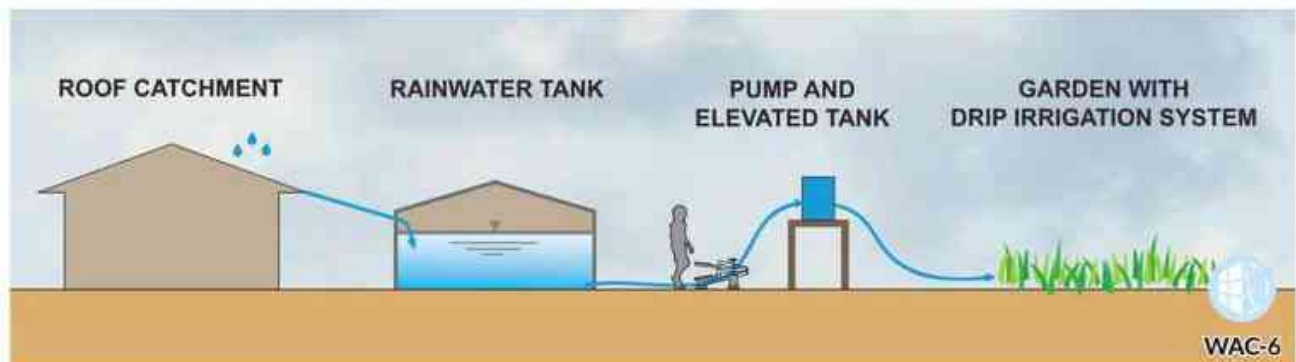
Gambar. 2.20. Data peluang presipitasi harian di Kota Batu [59].



Gambar. 2.21. Data rata-rata curah hujan di Kota Batu [59].



Gambar. 2.22. Skema *rainwater harvesting* pada tatanan massa.



Gambar. 2.23. Skema *rainwater harvesting* untuk pengairan sawah [62].

2.6 Analisis Kualitas Ruang

Hasil analisis kualitas ruang merujuk pada *checklist* kriteria *Indoor Health and Comfort GREENSHIP GBCI* sebagaimana tercantum dalam Lampiran B, yaitu tentang kualitas ruang pada fasilitas penelitian terpadu memerlukan tingkat kontrol lingkungan tinggi dalam bangunan secara berkesinambungan. Dengan strategi *sustainable research laboratories* yang menekankan integrasi ventilasi, zonasi tekanan, dan stabilitas iklim dalam desain laboratorium berkelanjutan [63].

LABORATORIUM KULTUR JARINGAN & MIKROBIOLOGI TANAMAN

IHC-6 : Kenyamanan Termal

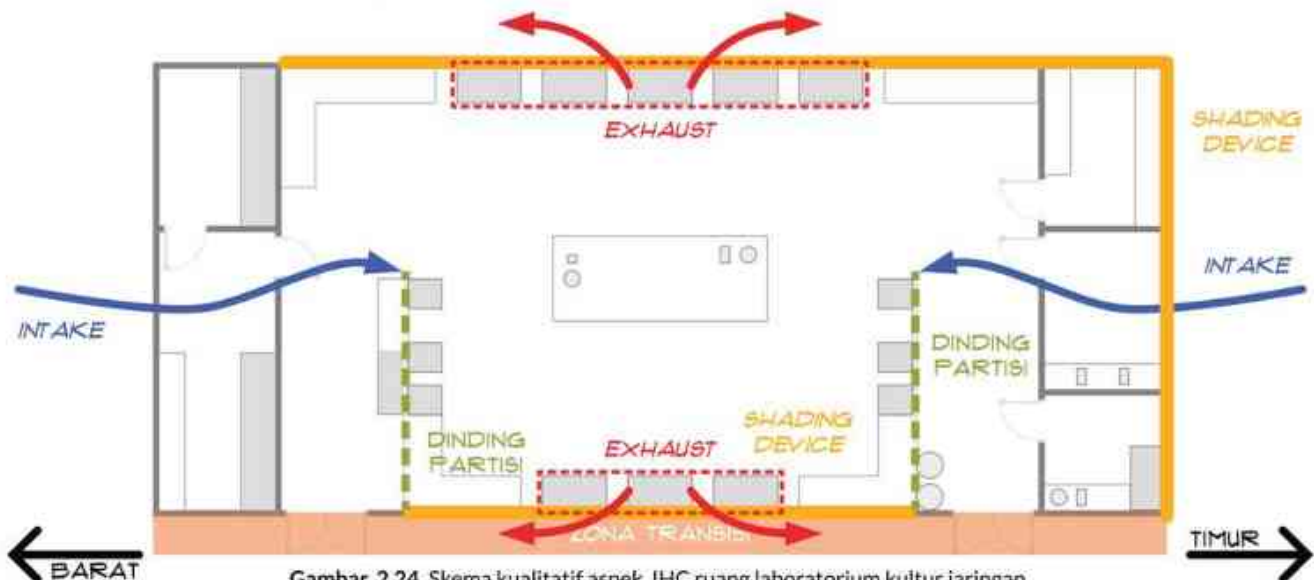
Orientasi massa meminimalkan paparan barat-timur dengan atap berlapis atau *ventilated roof* membantu mereduksi beban panas. Stabilitas suhu menjadi prioritas karena durasi kerja panjang

IHC-5 : Kenyamanan Visual

Shading eksternal untuk menghasilkan cahaya difus pada area kerja.

IHC-1 : Monitoring CO₂

Intake dan *exhaust* dipisahkan secara jelas pada fasad atau atap untuk memudahkan pengendalian terbuka dan pemantauan.



Gambar. 2.24. Skema kualitatif aspek IHC ruang laboratorium kultur jaringan.



Gambar. 2.25. Skema kualitatif aspek IHC ruang laboratorium mikrobiologi tanaman.

IHC-7 : Akustik

Partisi masif digunakan untuk mengurangi transmisi kebisingan.

IHC-2 : Kontrol Udara Lingkungan

Akses ditempatkan melalui zona transisi sehingga udara dari luar tidak langsung masuk ke ruang steril.

IHC-3 : Pengendalian Polutan Kimia/Biologis

Penempatan *BSC* dan *fume hood* berada pada sisi dinding luar dengan *exhaust* langsung ke atas melalui *stack* terpisah. Zonasi tekanan negatif diterapkan terhadap koridor untuk mencegah kontaminasi silang.

RUANG PENYIMPANAN DAN PREPARASI SAMPEL

IHC-6 : Kenyamanan Termal

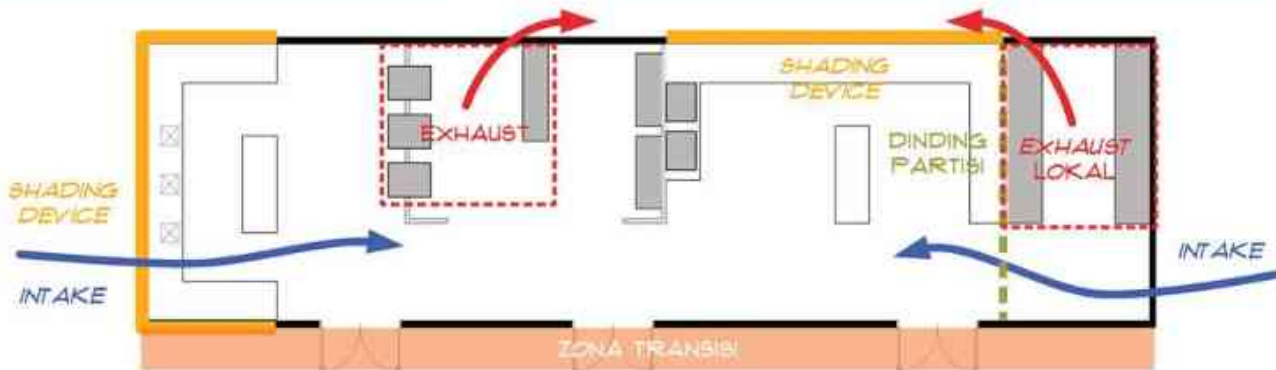
Kontrol kelembapan pada ruang preparasi dengan hindari RH tinggi yang mempercepat korosi, sehingga perlu menggunakan *exhaust* terlokalisasi.

IHC-5 : Kenyamanan Visual

Pencahayaan tugas dominan buatan, *daylight* hanya pada area kerja terkait.

IHC-1 : Monitoring CO₂

Sistem ventilasi terpisah antara ruang penyimpanan dan ruang preparasi untuk menjaga stabilitas iklim mikro.



Gambar. 2.26. Skema kualitatif aspek IHC ruang penyimpanan dan preparasi sampel.

IHC-7 : Akustik

Autoclave dan washer ditempatkan pada ruang dengan perlakuan akustik khusus.

IHC-2 : Kontrol Udara Lingkungan

Buffer sebelum ruang preparasi sampel sebagai sterilisasi dan filtrasi udara.

IHC-3 : Pengendalian Polutan Kimia/Biologis

Sink/washer/neutralization point disediakan *exhaust* lokal dan segregasi limbah kimia dan penempatan *floor drain* dengan *slope* yang jelas.

LABORATORIUM ANALISIS TANAH

IHC-6 : Kenyamanan Termal

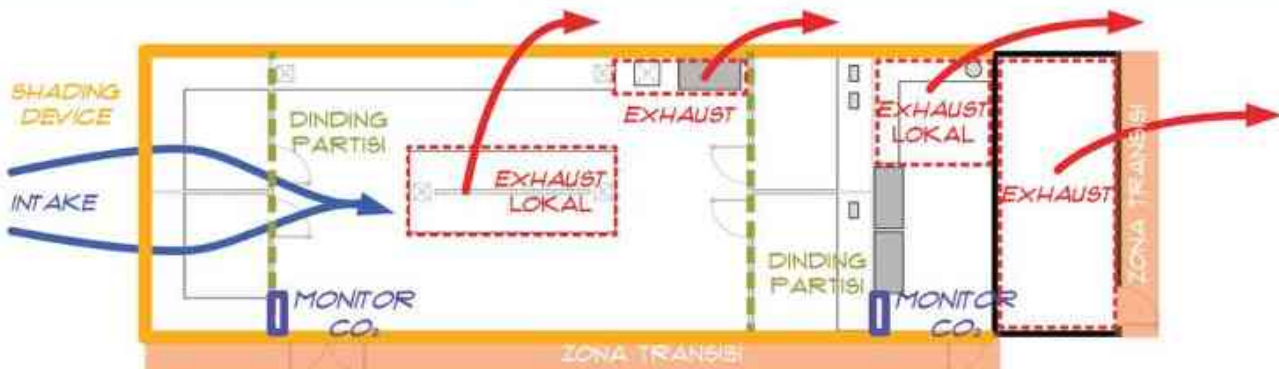
Pengendalian panas dari oven melalui ventilasi lokal dan insulasi termal dinding. Menggunakan permukaan dinding eksternal yang mengurangi penyerapan panas (*reflective cladding* pada atap servis).

IHC-5 : Kenyamanan Visual

Daylight pada area non-kritis dengan kontrol *shading*.

IHC-1 : Monitoring CO₂

Monitor CO₂ di area kerja dan dapur. Ventilasi mekanis efektif dengan distribusi udara merata di area kerja.



Gambar. 2.27. Skema kualitatif aspek IHC laboratorium analisis tanah.

IHC-7 : Akustik

Peredaman kebisingan pada mesin penge-
ring dan alat berat melalui *enclosure*.

IHC-2 : Kontrol Udara Lingkungan

Sirkulasi publik dipisah dari area pengolahan sampel. Area
timbang, pengolahan, dan limbah dipisahkan.

IHC-3 : Pengendalian Polutan Kimia/Biologis

Exhaust lokal diterapkan pada sumber debu dan oven untuk mencegah akumulasi partikulat serta menjaga
kualitas udara ruang tetap stabil dan tidak menyebar ke area kerja lainnya.

LABORATORIUM ANALISIS BIOLOGI MOLEKULER

IHC-6 : Kenyamanan Termal

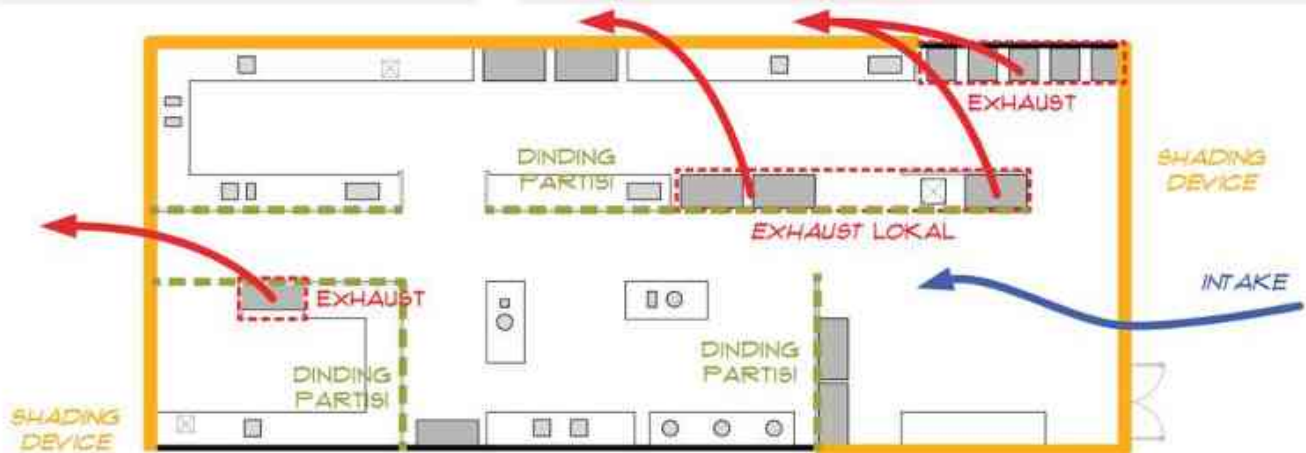
Pengendalian suhu lebih presisi dibanding laboratorium lain. Massa bangunan membantu meredam fluktuasi
suhu siang dan malam, sementara insulasi termal dan sistem HVAC zona mendukung iklim sensitif.

IHC-5 : Kenyamanan Visual

Dominan pencahayaan buatan stabil
pada peralatan sensitif.

IHC-1 : Monitoring CO₂

Ventilasi berbasis kebutuhan dengan sensor okupansi untuk
menyesuaikan laju udara sesuai aktivitas.



Gambar. 2.28. Skema kualitatif aspek IHC ruang laboratorium analisis biologi molekuler.

IHC-7 : Akustik

Lantai dan partisi dengan lapisan peredam
untuk meminimalkan getaran alat PCR.

IHC-2 : Kontrol Udara Lingkungan

Sirkulasi dipisahkan zona eksperimen, ruang *pre* dan *post*-
PCR memiliki pembatas fisik yang jelas.

IHC-3 : Pengendalian Polutan Kimia/Biologis

Strategi zonasi tekanan berjenjang untuk mencegah kontaminasi silang antar tahap analisis dengan layanan
servis di koridor terpisah.

Berdasarkan hasil pemetaan kualitas ruang, tingkat pengendalian lingkungan tidak diterapkan secara seragam
pada seluruh bangunan, melainkan disusun secara hierarkis sesuai sensitivitas aktivitas di dalamnya. Evaluasi
ini membedakan ruang berisiko tinggi, ruang pendukung, dan ruang servis yang dapat memengaruhi kualitas
lingkungan sekitarnya. Dengan kerangka tersebut, pembacaan kualitas ruang kemudian dikelompokkan sebagai
berikut:

- Ruang pada fasilitas utama, seperti laboratorium kultur jaringan, mikrobiologi, biologi molekuler, dan analisis tanah dievaluasi sebagai ruang dengan kebutuhan kontrol kualitas udara dan stabilitas termal paling ketat.
- Ruang pendukung seperti preparasi, dekontaminasi, hingga ruang ganti dan manajemen data diposisikan sebagai zona transisi yang tetap memerlukan pengendalian lingkungan pada intensitas berbeda.
- Ruang servis seperti IPAL, ruang panel listrik, dan ruang pompa air dievaluasi berdasarkan potensi dampaknya terhadap kualitas ruang di sekitarnya.

2.7 Analisis Tapak Mikro

2.7.1 Elemen *Hardscape*



Gambar. 2.29. Skema implementasi material perkerasan pada tapak.



Gambar. 2.30. Diagram Solar reflective index [58]. Diolah oleh penulis.

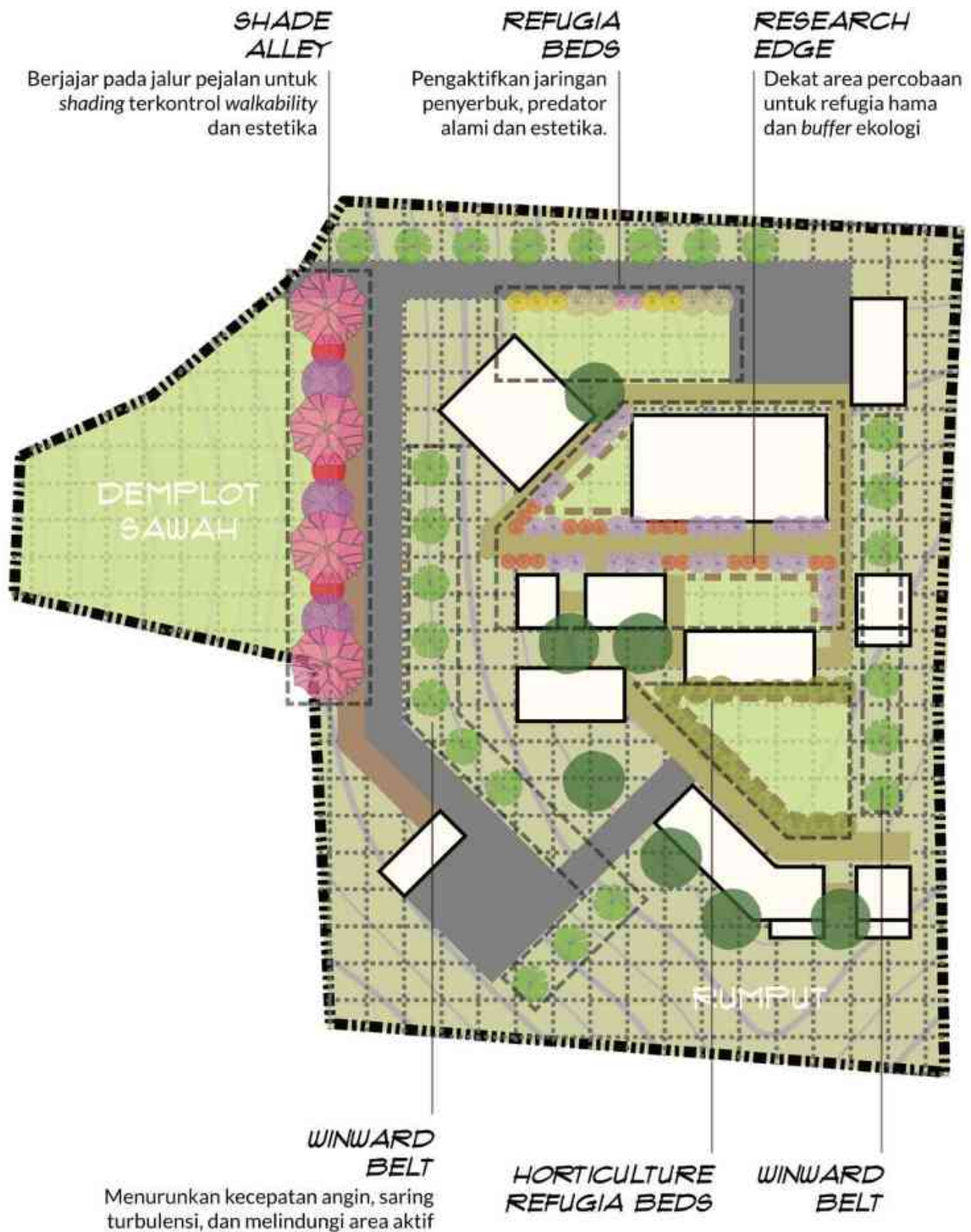
Pemilihan material *hardscape* untuk merespons fenomena *urban heat island* (UHI) melalui **pengendalian mikroklimat ruang luar**. Strategi ini untuk mendukung pengendalian iklim mikro (ASD-6) dengan **meningkatkan kualitas termal tapak**. Studi menjelaskan bahwa peningkatan temperatur pada kawasan terbangun sangat dipengaruhi oleh dominasi permukaan keras yang menyerap dan menyimpan panas, sehingga **pemilihan material tanpa CHC/HCFC (MRC-3)** untuk permukaan dan komposisi ruang terbuka menjadi faktor penting dalam mengendalikan suhu lingkungan [64].

Berdasarkan tipikal nilai albedo pada material regional pada Lampiran C, *Permeable paving* meningkatkan **infiltrasi dan evaporative cooling**, sementara permukaan beton terang mengurangi **penyerapan radiasi matahari**. Integrasi vegetasi pada *bio-boulevard* berfungsi sebagai elemen pendingin mikroklimat dengan menurunkan temperatur lokal dan meningkatkan kenyamanan ruang luar [64]. Selain itu, **menyediakan koridor lanskap yang terintegrasi sirkulasi pedestrian**, sehingga **mendorong mobilitas non-motorized (ASD-4)**.

2.7.2 Elemen Softscape



ASD-5



Gambar. 2.31. Skema *planting plan* vegetasi pada tapak.

Berdasarkan data **vegetasi budidaya lokal yang tercantum pada Lampiran D**, jenis tanaman yang dipilih memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi iklim Kota Batu. Strategi *planting plan* pada tapak memiliki tujuan untuk meningkatkan kenyamanan iklim mikro sekaligus mendukung fungsi ekologis tapak. Vegetasi peneduh dengan tajuk sedang seperti pohon bungur (T-BG) dan pohon mindi (T-MI) ditempatkan pada area sirkulasi dan ruang luar aktif untuk memberikan bayangan serta mengurangi radiasi matahari langsung. Penempatan pohon peneduh tersebut terbukti mampu meningkatkan kenyamanan ruang luar melalui pembentukan bayangan dan pengendalian suhu permukaan pada iklim tropis lembap [65]. Dengan demikian, vegetasi berperan sebagai elemen utama dalam meningkatkan kualitas ruang luar dan kenyamanan pengguna.



Gambar. 2.32. Skema penanaman vegetasi pohon peneduh pada tapak [58]. Diolah oleh penulis.

Selain sebagai peneduh, vegetasi juga berfungsi sebagai elemen pengendali lingkungan tapak melalui konsep *green infrastructure*. Penempatan vegetasi pemecah angin seperti pohon cemara gunung (T-CG) pada baris luar tapak yang menerima arah angin dominan dan pohon lamtoro gung (T-LM) untuk mengurangi kecepatan angin dan meningkatkan kenyamanan ruang terbuka. Riset menjelaskan bahwa vegetasi dalam ruang terbuka mampu meningkatkan kenyamanan termal melalui mekanisme *shading*, *evapotranspirasi*, serta pengendalian aliran udara di lingkungan perkotaan [66]. Dengan demikian, vegetasi tidak hanya berperan sebagai elemen estetika, tetapi juga sebagai komponen penting dalam membentuk kualitas iklim mikro kawasan (ASD-5).



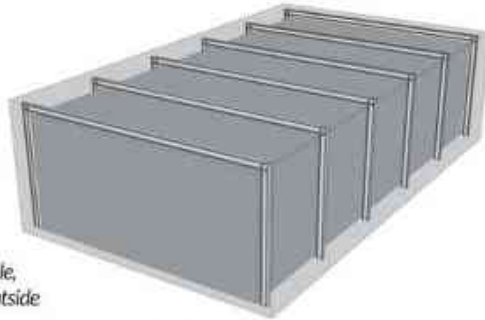
Gambar. 2.33. Skema penanaman vegetasi pohon pemecah angin pada tapak [58]. Diolah oleh penulis.

Strategi vegetasi ini juga mempertimbangkan fungsi ekologis yang mendukung aktivitas laboratorium pertanian. Penggunaan tanaman berbunga seperti lantana (S-LT), ixora (S-IX), dan kemuning (S-KM) bertujuan untuk menyediakan habitat bagi serangga penyerbuk dan musuh alami hama sebagai bagian dari konsep *refugia*. Pendekatan ini mendukung sistem pengendalian hama alami sekaligus meningkatkan keanekaragaman hayati pada tapak. Ahli menekankan bahwa desain lanskap berkelanjutan perlu mempertimbangkan hubungan antara bentuk ruang dan proses ekologis yang terjadi di dalamnya [67]. Oleh karena itu, integrasi vegetasi peneduh, pemecah angin, dan tanaman *refugia* dalam satu sistem lanskap diharapkan mampu menciptakan lingkungan yang nyaman, ekologis, dan mendukung fungsi edukasi pertanian.

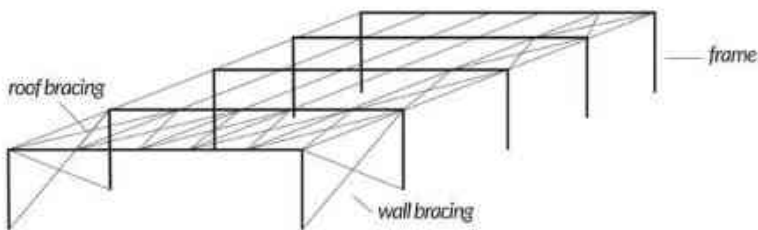


Gambar. 2.34. Skema penanaman vegetasi tanaman perdu pada tapak [58]. Diolah oleh penulis.

2.8 Analisis Struktur



structure not visible,
shell inside and outside



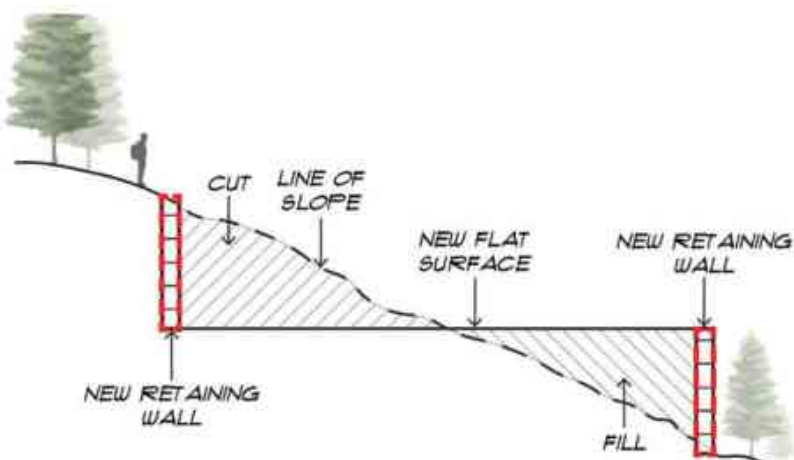
Gambar. 2.35. Diagram sistem struktur bangunan [58]. Diolah oleh penulis.

Penggunaan struktur baja prefabrikasi memberikan efisiensi material dan konstruksi yang signifikan karena baja memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi serta memungkinkan bentang lebar dengan penggunaan material yang minimal (MRC-5). Sistem konstruksi prefabrikasi memungkinkan proses produksi yang terstandarisasi di pabrik sehingga mengurangi limbah konstruksi di lapangan dan meningkatkan presisi elemen bangunan [58].

Strategi *structure not visible* dengan pendekatan *shell inside-outside* menempatkan struktur baja sebagai sistem internal yang tersembunyi di balik lapisan selubung bangunan. Penggunaan elemen baja seperti profil tipis dan sistem rangka ringan memungkinkan pembentukan ruang yang terbuka dan fleksibel terhadap ekspresi arsitektural fasad.



Gambar. 2.36. Skema sistem struktur pendukung tanah pada kawasan [69].



Gambar. 2.37. Skema cut and fill pada tapak [69].

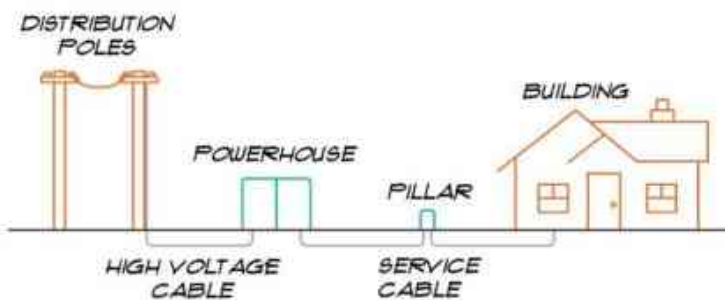
Strategi *cut and fill* dengan *gabion wall* mendukung prinsip *green* dengan meminimalkan perpindahan tanah berlebih serta memanfaatkan material lokal seperti batu sebagai isian. Pendekatan ini mengurangi kebutuhan material tambahan dan menekan dampak lingkungan dari proses konstruksi [69].

Selain itu, struktur *gabion* yang permeabel memungkinkan infiltrasi air secara alami, sehingga membantu sistem drainase dan meningkatkan stabilitas lereng secara ekologis tanpa mengganggu siklus hidrologi tapak.

2.9 Analisis Utilitas

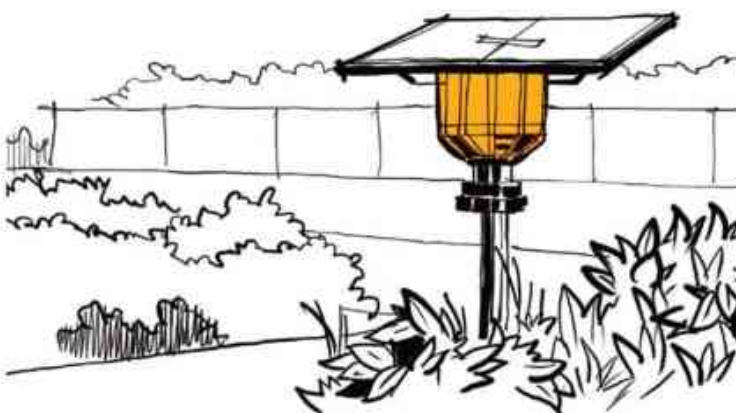


Gambar. 2.38. Skema sistem distribusi listrik pada kawasan.



Gambar. 2.39. Skema sistem distribusi listrik bangunan [70].

Distribusi listrik kawasan secara terpusat melalui *powerhouse* yang berfungsi sebagai *node* utama, kemudian disalurkan melalui jaringan kabel bawah tanah menuju titik distribusi pada tiap zona [70]. Jalur kabel mengikuti kontur tapak untuk meminimalkan *cut and fill* serta menjaga stabilitas lahan, sementara pembagian per zona memungkinkan distribusi energi lebih efisien dan terkontrol. Sistem ini meningkatkan keandalan jaringan, meminimalkan gangguan visual, serta mendukung integrasi infrastruktur yang lebih berkelanjutan [70].



Gambar. 2.40. Lampu luar berbasis solar panel dengan sensor *photocell* [58].

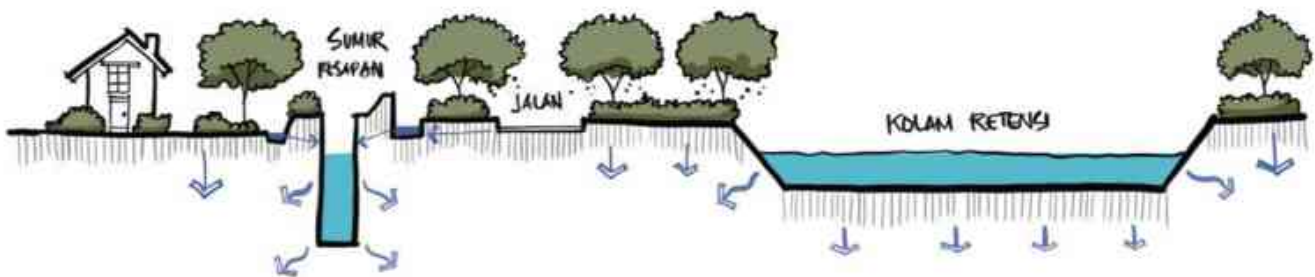
Pencahayaan ruang luar dirancang dengan penggunaan lampu berbasis *solar panel*, sehingga sebagian kebutuhan energi dapat dipenuhi dari sumber terbarukan. Mempertimbangkan prinsip efisiensi energi melalui pemanfaatan sistem kontrol otomatis. Penggunaan saklar otomatis dan sensor cahaya (*photocell*) memungkinkan lampu beroperasi hanya pada kondisi yang dibutuhkan, sehingga dapat menghindari pemborosan energi [58]. Sistem ini juga dapat dikombinasikan dengan pengaturan waktu (*timer*) atau sensor gerak pada area tertentu untuk meningkatkan efisiensi operasional (BEM-6).

2.9.2 Sistem Distribusi Air pada Tapak



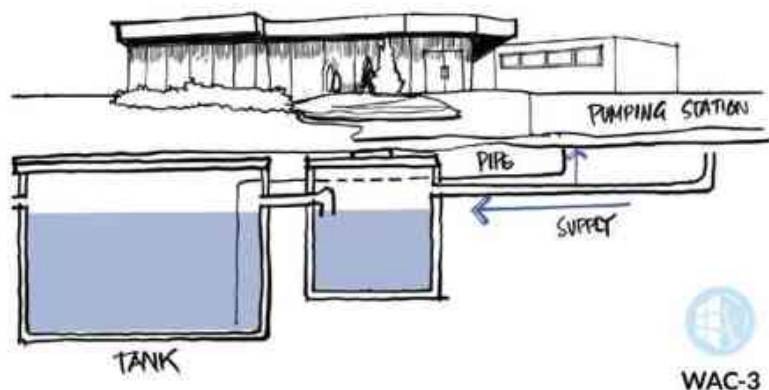
Gambar. 2.41. Skema sistem distribusi air bersih dan air kotor pada kawasan.

Sistem air bersih kawasan memanfaatkan dua sumber, yaitu PDAM melalui *ground tank* di area bawah sebagai sumber utama dan embung kawasan di area atas sebagai sumber alternatif (WAC-4). Air PDAM dipompa ke *reservoir* atas sebagai pusat distribusi, kemudian dialirkan ke seluruh bangunan secara gravitasi untuk meningkatkan efisiensi energi dan kestabilan tekanan, sementara air embung digunakan untuk kebutuhan *non-potable* setelah melalui proses filtrasi sebagai cadangan. Air kotor diolah terlebih dahulu melalui sistem IPAL sebelum dibuang atau digunakan kembali, dan air hujan dikelola dengan prinsip *zero run-off* melalui strategi infiltrasi dan penampungan untuk mengurangi limpasan kawasan (WAC-5).



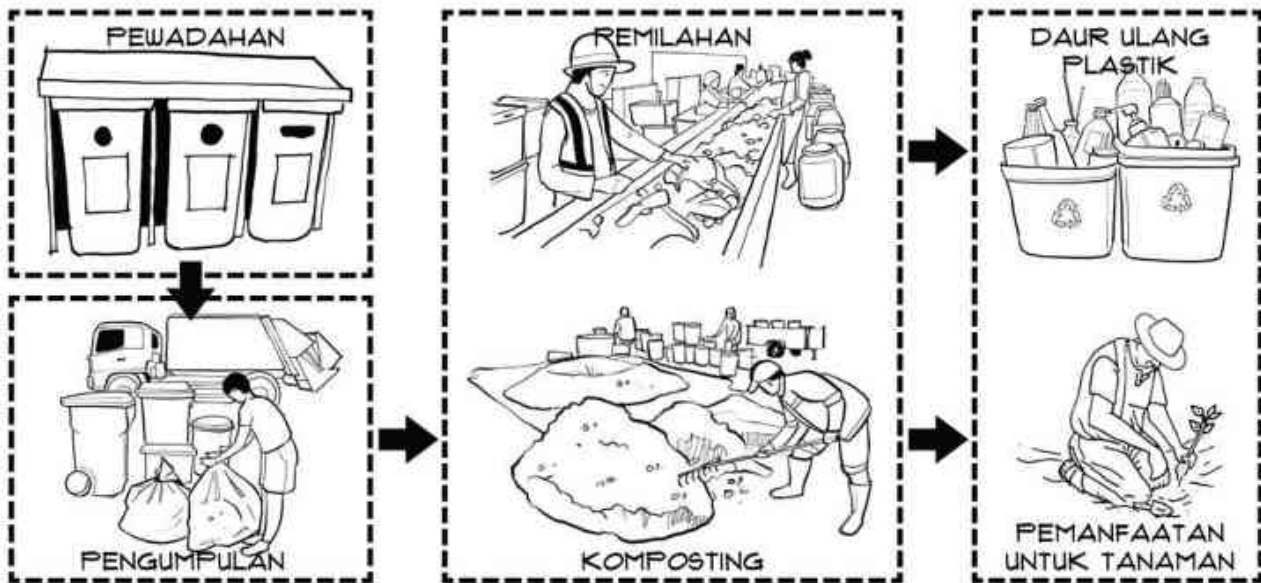
Gambar. 2.42. Skema strategi zero run off pada kawasan [58].

Strategi mencapai *zero run off* dengan pengelolaan air hujan yang menekankan penahanan, peresapan, dan pemanfaatan kembali limpasan di dalam tapak untuk meminimalkan debit menuju drainase kota. Salah satu komponennya adalah dengan *rainwater harvesting* (WAC-5), di mana air hujan ditangkap dan disimpan dalam tangki untuk digunakan kembali sebagai sumber air *non-potable* seperti irigasi dan flushing, sehingga mengurangi ketergantungan pada air bersih sekaligus menekan limpasan permukaan (WAC-4) [71].

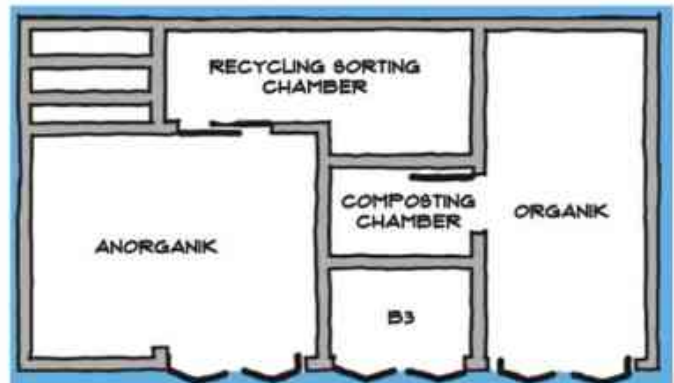


Gambar. 2.43. Skema rainwater harvesting [58].

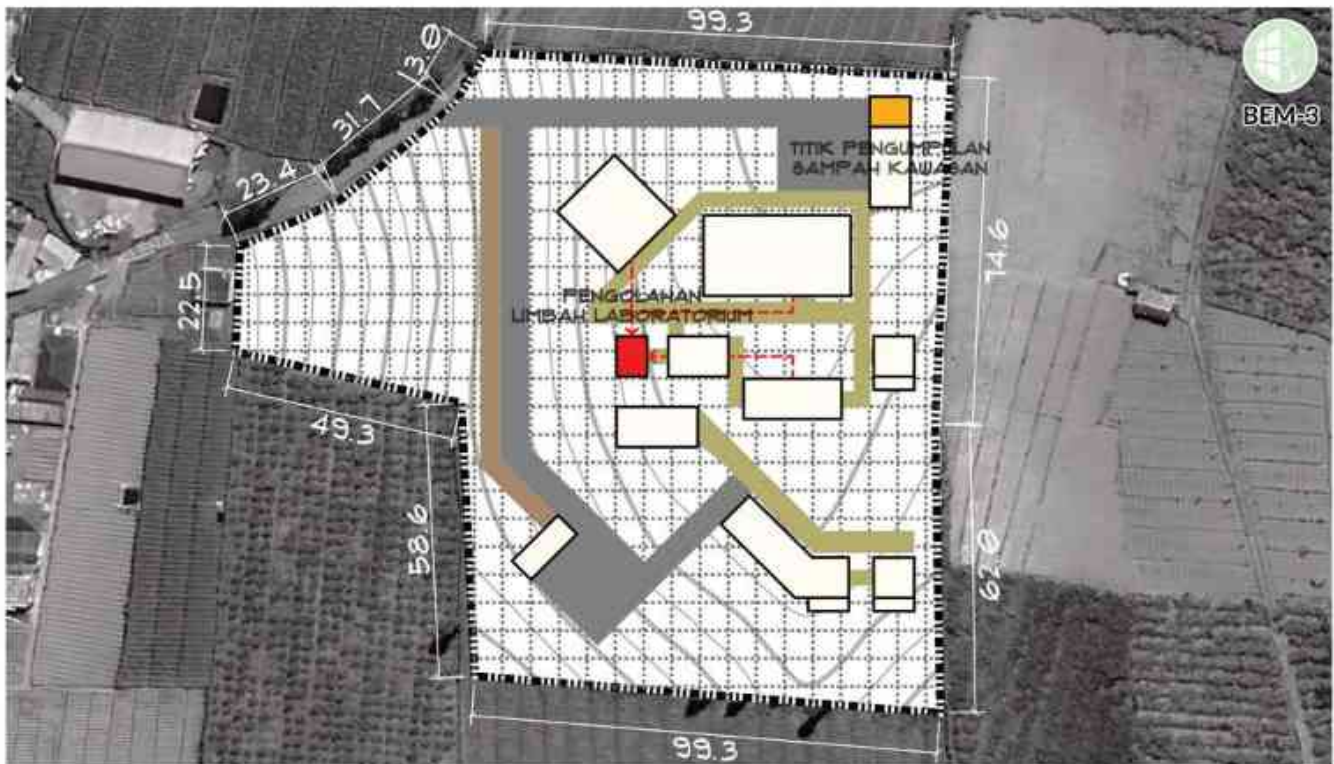
2.9.3 Manajemen Sampah dan Limbah pada Tapak



Pengelolaan sampah kawasan menerapkan prinsip **reduce, reuse, recycle** melalui pemilahan sejak sumber menjadi organik, anorganik, dan B3. Fasilitas pengolahan limbah sebagai pusat proses, sehingga alur pengelolaan menjadi terstruktur, dan efisien [58]. Sampah organik diolah menjadi kompos untuk kebutuhan tanaman pada kawasan, sementara sampah plastik didaur ulang guna mengurangi limbah ke TPA. Sistem ini membentuk siklus tertutup dalam penyortiran sampah dan limbah yang efisien serta mendukung konsep berkelanjutan, sekaligus meningkatkan kemandirian kawasan dalam pengelolaan sumber daya (BEM-3).



Gambar. 2.44. Denah prototype ruang pengelolaan limbah [58].



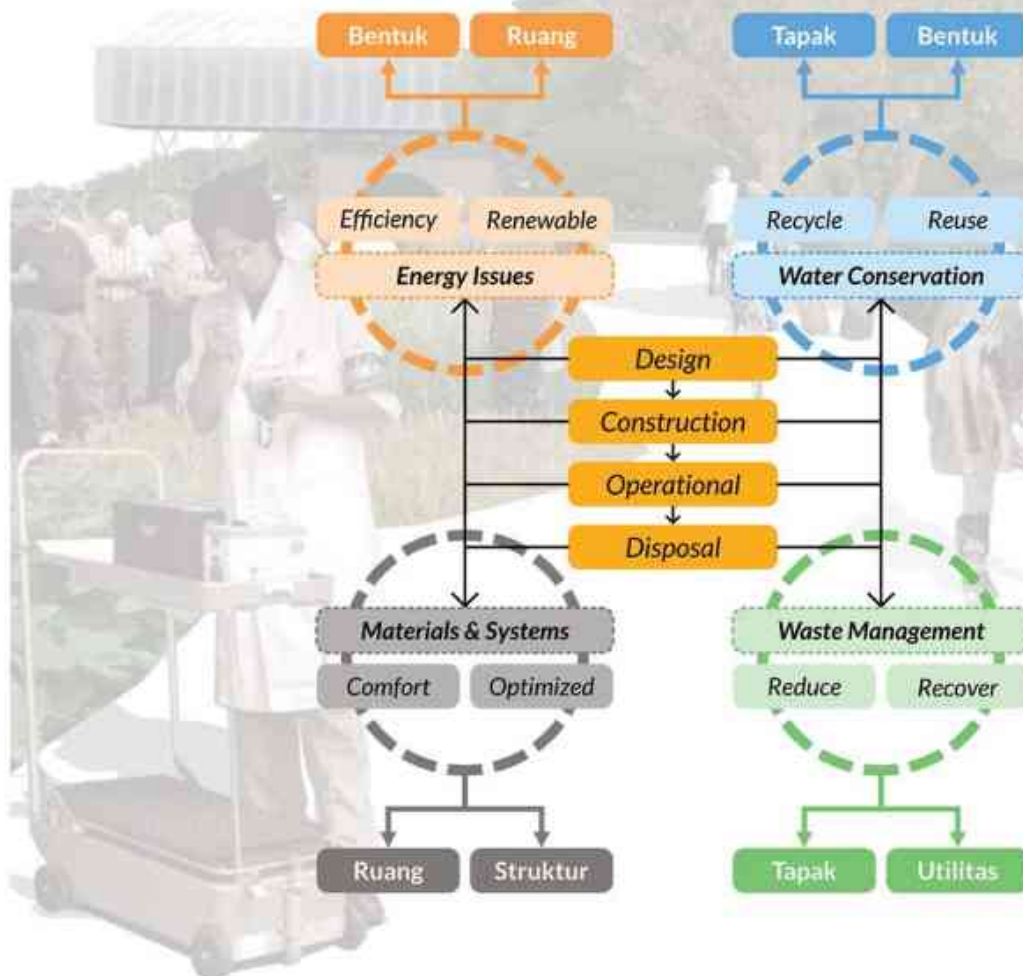
Gambar. 2.45. Skema pengelolaan sampah dan limbah pada kawasan.

2.10 Konsep Perancangan

Responsible Innovation → Low Impact → Sustainable Environment

living_greenlab

Laboratorium riset pertanian yang **terintegrasi dengan sistem alam di sekitarnya**. Laboratorium tidak hanya berfungsi sebagai ruang eksperimen, tetapi juga sebagai ruang pembelajaran dan pengujian berkelanjutan yang **menghubungkan proses riset, bangunan, dan lanskap dalam satu sistem yang adaptif terhadap ekosistem alam**.



2.10.1 Konsep Bentuk

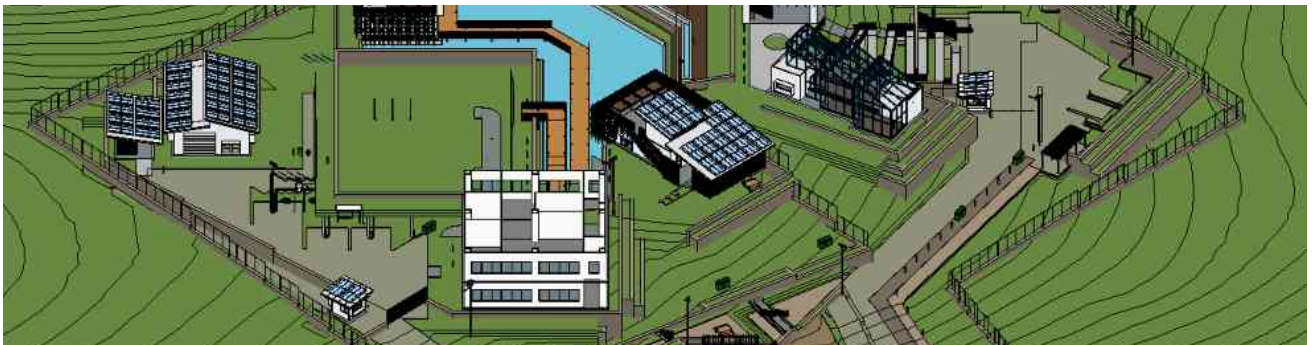


Konsep bentuk pada perancangan living_greenlab merupakan hasil respon dari analisis orientasi matahari, arah pandang, sirkulasi udara, dan kondisi topografi tapak. Massa bangunan dibentuk memanjang timur-barat untuk mengurangi paparan langsung matahari dari sisi timur dan barat, sehingga panas bangunan dapat ditekan dan kebutuhan energi operasional menjadi lebih efisien.

Bentuk massa kemudian dipotong dan dibuat lebih terbuka untuk membentuk view through site, menciptakan hubungan visual antara ruang laboratorium, area edukasi, dan lanskap pertanian di sekitarnya. Strategi ini membuat bangunan tidak tertutup sebagai objek tunggal, tetapi menjadi bagian dari sistem tapak yang terhubung dengan alam.

Selain itu, bentuk bangunan menyesuaikan kontur eksisting melalui permainan elevasi dan sistem split level, sehingga proses cut and fill dapat diminimalkan.

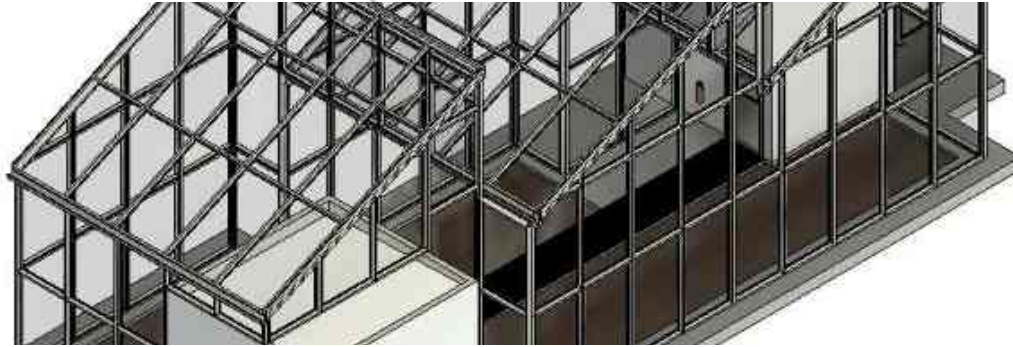
2.10.2 Konsep Tapak



Konsep tapak living_greenlab diarahkan sebagai lanskap produktif yang menyatukan akses, ruang luar, vegetasi, bangunan, dan sistem ekologis dalam satu alur yang saling terhubung. Tapak dikembangkan bukan hanya sebagai tempat berdirinya massa bangunan, tetapi sebagai ruang hidup yang mendukung aktivitas riset pertanian, edukasi, dan interaksi dengan lingkungan alam.

Penataan akses dibuat lebih ramah pengguna melalui penguatan titik penghubung menuju tapak dan penggunaan shuttle listrik sebagai moda rendah emisi. Di dalam kawasan, sirkulasi utama dibentuk sebagai bio-boulevard, yaitu koridor hijau yang menggabungkan jalur kendaraan, pedestrian, vegetasi peneduh, dan ruang terbuka sehingga pergerakan pengguna menjadi lebih nyaman sekaligus membentuk pengalaman masuk menuju area laboratorium. Material tapak dipilih dengan pendekatan rendah dampak, seperti permeable paving, gravel pathway, dan perkerasan yang mampu mengurangi panas permukaan serta mendukung resapan air. Perbedaan kontur dimanfaatkan melalui pengolahan split level dan gabion wall

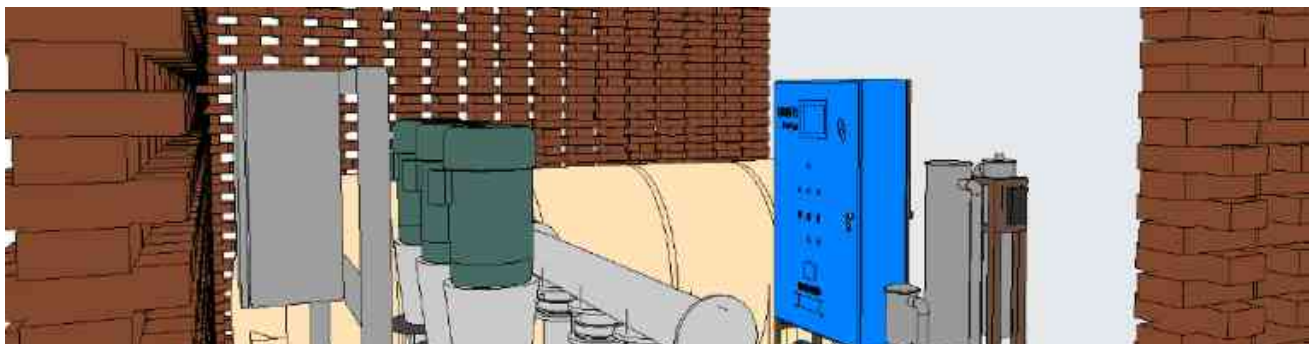
2.10.3 Konsep Struktur



Konsep struktur living_greenlab diarahkan sebagai sistem konstruksi yang ringan, efisien, dan minim dampak terhadap tapak. Struktur utama menggunakan pendekatan baja prefabrikasi karena mampu membentuk bentang ruang yang lebih fleksibel dengan penggunaan material yang lebih terkontrol. Sistem ini mendukung kebutuhan laboratorium riset yang memerlukan ruang terbuka, mudah disesuaikan, serta memiliki presisi konstruksi yang tinggi.

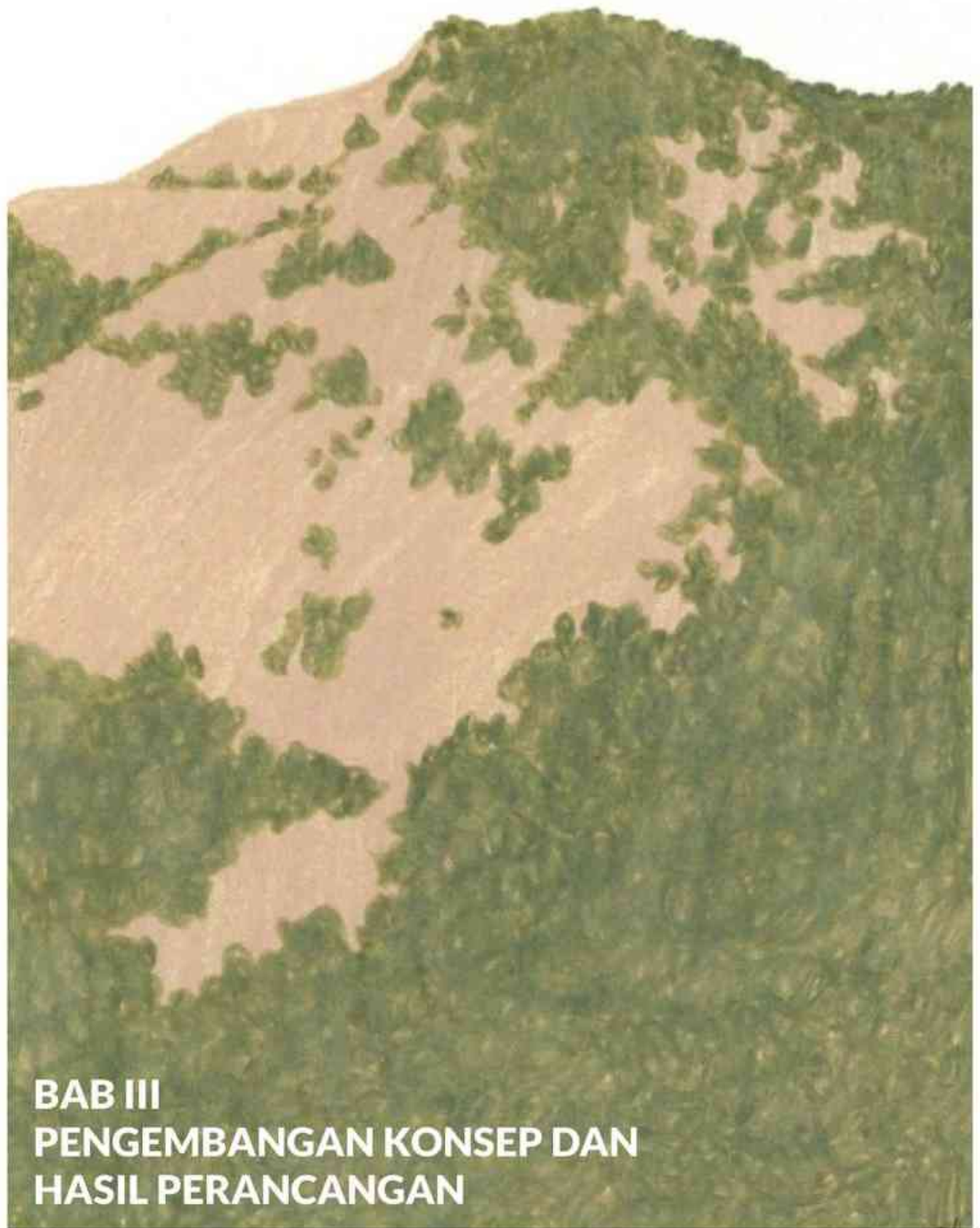
Pendekatan struktur dibuat dengan prinsip *structure not visible*, yaitu elemen struktur ditempatkan sebagai rangka internal yang tersembunyi di balik lapisan bangunan. Strategi ini membuat ekspresi bangunan tetap bersih dan ringan, sementara sistem rangka tetap bekerja sebagai penopang utama melalui kombinasi frame, roof bracing, dan wall bracing. Dengan begitu, ruang dalam tetap fleksibel tanpa banyak gangguan kolom atau elemen struktural yang dominan.

2.10.4 Konsep Utilitas



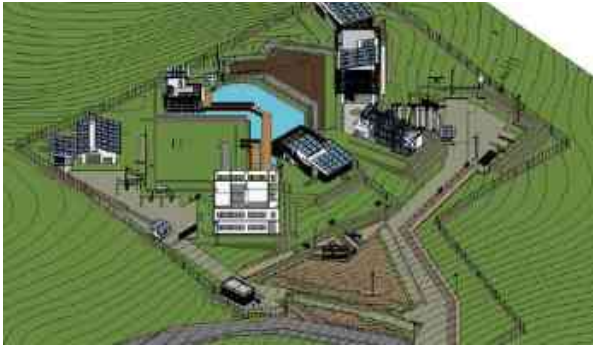
Konsep utilitas pada living_greenlab dirancang sebagai sistem kawasan yang efisien, terpusat, dan mendukung prinsip keberlanjutan. Distribusi listrik dikendalikan melalui powerhouse sebagai pusat energi, lalu disalurkan ke tiap zona melalui jaringan bawah tanah agar lebih aman, rapi, dan tidak mengganggu visual tapak. Pada ruang luar, pencahayaan menggunakan lampu berbasis solar panel dengan sensor otomatis untuk mengurangi konsumsi energi operasional.

Sistem air dan limbah dikembangkan secara sirkular melalui pemanfaatan PDAM, air hujan, sumur resapan, kolam retensi, dan embung untuk kebutuhan bangunan maupun lanskap. Air hujan ditampung dan digunakan kembali untuk irigasi, flushing, dan kebutuhan non-potable, sekaligus mendukung prinsip zero run-off. Sementara itu, sampah kawasan dikelola melalui proses pewadahan, pemilahan, komposting, dan daur ulang, sehingga limbah organik dapat kembali dimanfaatkan sebagai kompos dan sampah anorganik dapat diproses kembali secara lebih efisien.



BAB III PENGEMBANGAN KONSEP DAN HASIL PERANCANGAN

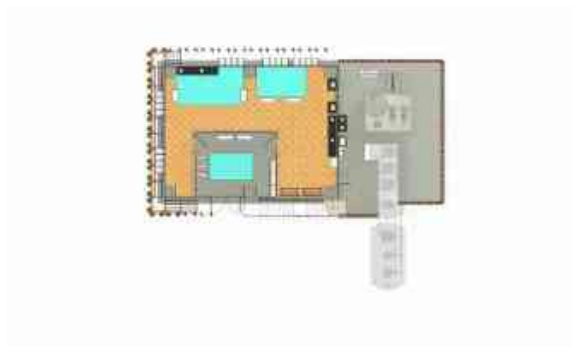
3.1.1 Hasil Rancangan Tapak



Rancangan tapak Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory dikembangkan sebagai kawasan riset terpadu yang mengintegrasikan aktivitas penelitian, edukasi, konservasi, dan interaksi dengan lingkungan alam dalam satu sistem kawasan yang menempatkan massa bangunan, tetapi juga sekaligus ruang produktif yang mendukung penelitian tersebut, hubungan antara bangunan, lanskap, dan lingkungan alam tanpa mengurangi kualitas lingkungan eksisting.



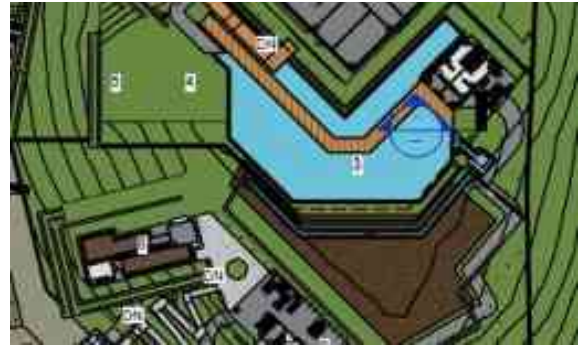
3.1.2 Hasil Rancangan Bentuk



Hasil rancangan bentuk Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory diwujudkan sebagai representasi bangunan riset yang adaptif terhadap kondisi lingkungan sekaligus mampu mendukung aktivitas penelitian, edukasi, dan kolaborasi. Pembentukan massa bangunan diawali melalui analisis terhadap orientasi matahari, arah angin, kondisi topografi, serta potensi visual tapak sehingga menghasilkan bentuk yang responsif terhadap karakter alam Kota Batu.

Karakter kontur eksisting dimanfaatkan sebagai dasar pembentukan massa melalui penerapan sistem split level yang mengikuti elevasi alami tapak. Pendekatan ini mampu meminimalkan pekerjaan cut and fill, menjaga keseimbangan kondisi lahan, serta menghasilkan komposisi ruang yang dinamis. Perbedaan elevasi juga dimanfaatkan untuk menciptakan variasi pengalaman ruang sekaligus membuka potensi visual ke arah kawasan pertanian dan panorama alam Kota Batu.

3.1.3 Hasil Rancangan Ruang



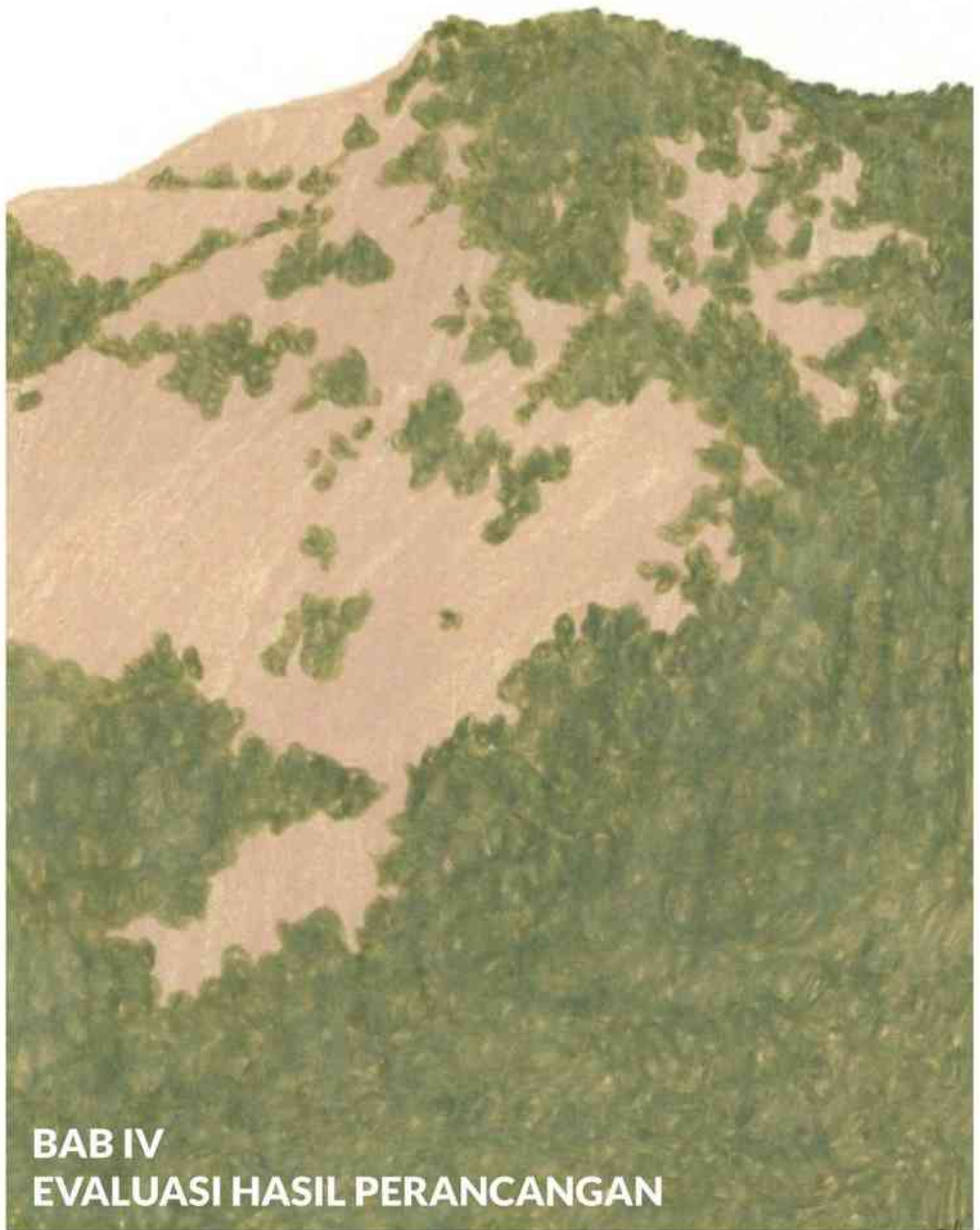
Pengelompokan ruang dibedakan berdasarkan tingkat aksesibilitas dan kebutuhan privasi. Area publik, seperti lobby, ruang informasi, ruang pameran, dan ruang edukasi, ditempatkan pada zona yang mudah dijangkau pengunjung sebagai media pengenalan terhadap aktivitas penelitian yang berlangsung di dalam kawasan. Sementara itu, laboratorium, ruang peneliti, ruang penyimpanan sampel, dan fasilitas pendukung penelitian berada pada area yang lebih privat untuk menjaga keamanan, sterilitas, serta kelancaran proses riset. Hubungan antar ruang dirancang melalui sirkulasi yang sederhana dan mudah dipahami sehingga mampu meningkatkan efisiensi aktivitas sehari-hari.

3.1.4 Hasil Rancangan Struktur & Utilitas



Ekspresi struktur dirancang dengan pendekatan *structure not visible*, di mana elemen-elemen struktural ditempatkan sebagai sistem pendukung yang terintegrasi di dalam bangunan tanpa mendominasi tampilan arsitektural. Pendekatan ini menghasilkan ruang dalam yang lebih bersih, lapang, dan nyaman sehingga aktivitas penelitian, edukasi, maupun kolaborasi dapat berlangsung secara optimal. Sistem rangka, roof bracing, dan wall bracing bekerja secara terpadu dalam menjaga stabilitas bangunan sekaligus mempertahankan fleksibilitas ruang sesuai kebutuhan operasional laboratorium.

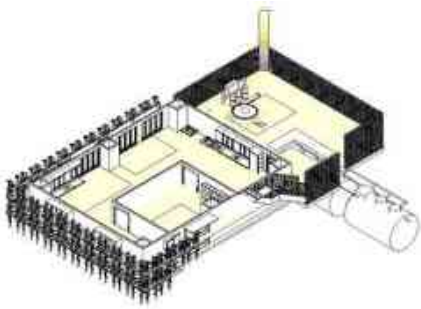
Sistem utilitas dirancang sebagai jaringan kawasan yang terintegrasi dengan prinsip efisiensi dan keberlanjutan. Distribusi energi listrik dipusatkan melalui *powerhouse* kemudian disalurkan ke setiap bangunan menggunakan jaringan bawah tanah sehingga lebih aman, rapi, serta tidak mengganggu kualitas visual kawasan. Pencahayaan ruang memanfaatkan kombinasi cahaya alami dan pencahayaan buatan yang hemat energi, sedangkan area luar menggunakan lampu tenaga surya dengan sistem kontrol otomatis guna mengurangi konsumsi energi operasional.



BAB IV

EVALUASI HASIL PERANCANGAN

4.0.1 SIMULASI

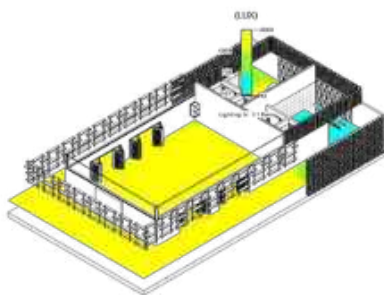


Berdasarkan hasil simulasi pencahayaan alami yang dilakukan pada tanggal 1 Januari pukul 08.00 dan 16.00, bangunan menunjukkan kinerja daylighting yang baik dengan tingkat pemenuhan target pencahayaan sebesar 86% dari total area lantai yang dianalisis. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ruang telah memperoleh intensitas cahaya alami yang berada dalam rentang yang sesuai untuk mendukung aktivitas pengguna tanpa ketergantungan tinggi terhadap pencahayaan buatan.



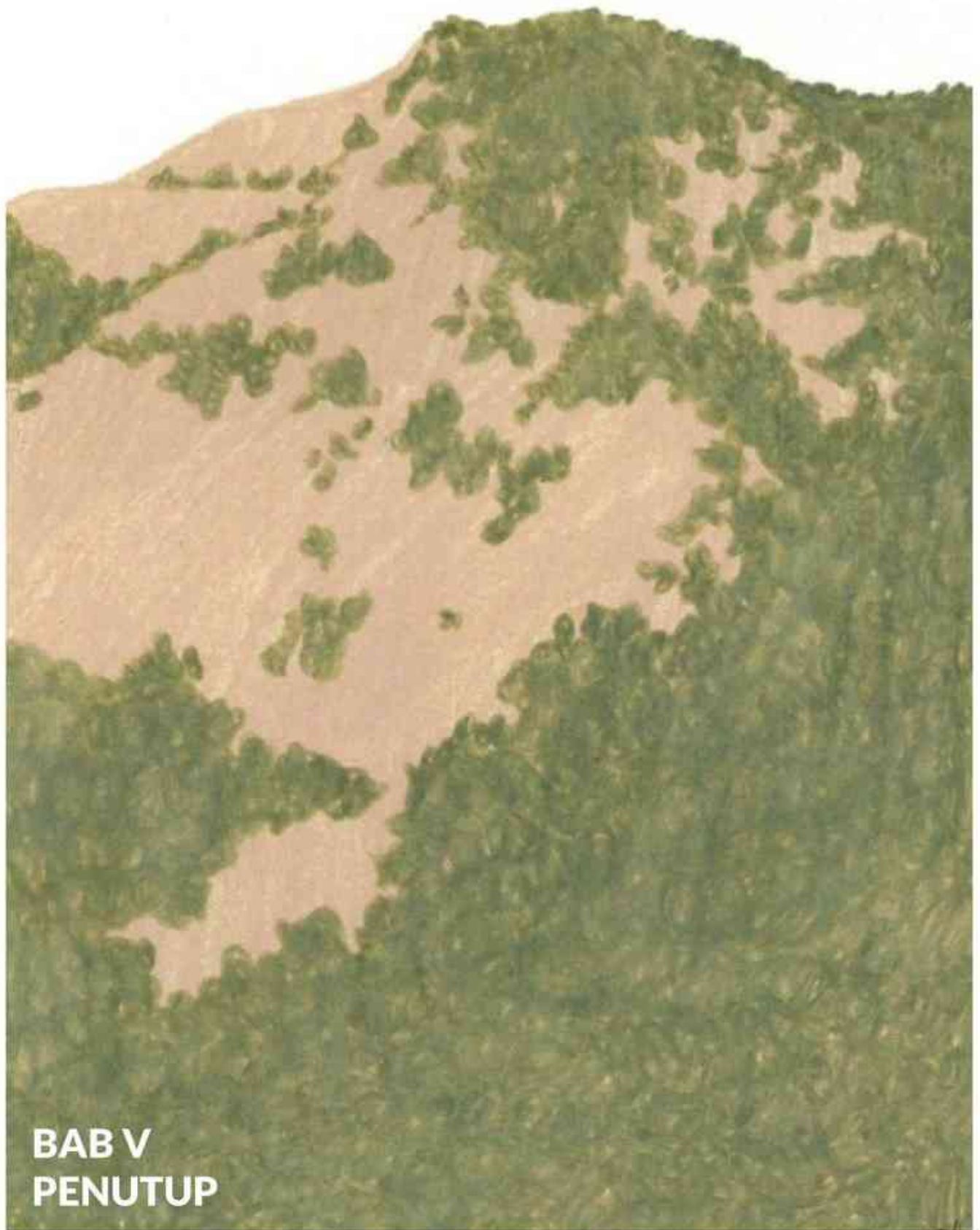
Pada pukul 08.00, persentase area yang memenuhi kriteria pencahayaan mencapai 89%, sedangkan pada pukul 16.00 mencapai 87%. Tidak ditemukan area yang berada di bawah ambang batas pencahayaan (0% below threshold) pada kedua waktu pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa strategi bukaan, orientasi bangunan, serta elemen penangkap cahaya yang diterapkan mampu mendistribusikan cahaya alami secara efektif ke dalam ruang.

Visualisasi distribusi iluminansi memperlihatkan bahwa area dengan intensitas cahaya tertinggi terkonsentrasi pada ruang-ruang yang berdekatan dengan bukaan dan area semi terbuka, dengan nilai pencahayaan mencapai lebih dari 1.300 lux. Sementara itu, area terdalam bangunan masih memperoleh pencahayaan alami yang memadai, umumnya berada pada rentang 100-700 lux, yang sesuai untuk fungsi ruang publik, sirkulasi, dan aktivitas umum.



Selain itu, keberadaan elemen peneduh pada fasad terbukti efektif dalam mengendalikan potensi silau dan kelebihan cahaya. Hanya sekitar 11% area pada pukul 08.00 dan 13% area pada pukul 16.00 yang berpotensi mengalami pencahayaan berlebih apabila peneduh tidak digunakan. Dengan demikian, sistem secondary skin dan perangkat peneduh yang diterapkan berkontribusi signifikan dalam menjaga kenyamanan visual pengguna sekaligus mempertahankan kualitas pencahayaan alami di dalam bangunan.

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa desain bangunan telah berhasil mengoptimalkan pemanfaatan cahaya alami dengan distribusi yang relatif merata, tingkat pencahayaan yang memadai pada sebagian besar ruang, serta pengendalian silau yang efektif. Kinerja ini mendukung prinsip desain pasif dan efisiensi energi karena mampu mengurangi kebutuhan penggunaan pencahayaan buatan pada siang hari.



BAB V PENUTUP

5.0.1 Penutup

Perancangan Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory merupakan upaya menghadirkan fasilitas riset yang mampu mendukung pengembangan ilmu pengetahuan di bidang bioteknologi pertanian sekaligus berperan dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan potensi alam Kota Batu. Melalui pendekatan arsitektur berkelanjutan, rancangan dikembangkan dengan mempertimbangkan hubungan antara bangunan, lanskap, aktivitas penelitian, serta sistem ekologis sehingga tercipta kawasan yang tidak hanya berfungsi sebagai pusat penelitian, tetapi juga sebagai ruang edukasi dan kolaborasi bagi berbagai kalangan.

Pengolahan tapak dilakukan dengan mengoptimalkan potensi lingkungan melalui penyesuaian terhadap kondisi topografi, orientasi matahari, arah angin, serta karakter visual kawasan. Sementara itu, pembentukan massa bangunan dirancang secara responsif terhadap kondisi iklim untuk meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan ruang, serta memperkuat keterhubungan antara aktivitas penelitian dengan lingkungan pertanian di sekitarnya. Organisasi ruang disusun berdasarkan kebutuhan operasional laboratorium sehingga menghasilkan hubungan fungsi yang efektif, fleksibel, dan mampu mendukung perkembangan aktivitas riset di masa mendatang.

Penerapan sistem struktur dan utilitas turut mendukung konsep keberlanjutan melalui penggunaan struktur yang efisien, pengelolaan energi, pemanfaatan air hujan, sistem drainase berwawasan lingkungan, serta pengelolaan limbah yang terintegrasi. Keseluruhan strategi perancangan tersebut menghasilkan lingkungan penelitian yang adaptif, produktif, dan berorientasi pada pelestarian sumber daya alam.

Dengan demikian, Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory diharapkan mampu menjadi fasilitas penelitian yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional laboratorium modern, tetapi juga menjadi media edukasi, inovasi, dan pengembangan teknologi pertanian yang berkontribusi terhadap peningkatan kualitas lingkungan serta pelestarian marwah alam Kota Batu secara berkelanjutan.

5.0.1 Saran

Perancangan ini masih memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut seiring dengan perkembangan teknologi bioteknologi pertanian, kebutuhan penelitian, serta tuntutan terhadap bangunan yang semakin berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan fasilitas laboratorium di masa mendatang diharapkan mampu mengakomodasi perubahan kebutuhan ruang, peningkatan kapasitas penelitian, serta penerapan teknologi konstruksi dan utilitas yang lebih efisien.

Selain itu, kajian lebih mendalam mengenai performa bangunan, efisiensi energi, kenyamanan termal, pengelolaan air, serta kualitas lingkungan kawasan perlu dilakukan melalui simulasi dan evaluasi pasca-perancangan sehingga efektivitas konsep yang diterapkan dapat diukur secara lebih komprehensif. Pengembangan aspek digital, seperti sistem pemantauan lingkungan berbasis teknologi cerdas (smart monitoring system), juga dapat menjadi potensi untuk meningkatkan kualitas operasional kawasan penelitian. Akhirnya, diharapkan perancangan ini dapat menjadi salah satu referensi dalam pengembangan fasilitas riset pertanian di Indonesia yang mampu mengintegrasikan inovasi teknologi, keberlanjutan lingkungan, dan kualitas arsitektur, sehingga memberikan manfaat tidak hanya bagi kegiatan penelitian, tetapi juga bagi masyarakat, dunia pendidikan, dan upaya pelestarian lingkungan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. J. M. Tumanggor, "Ekologi Akal Budi: Memahami Alam Sebagai Kesatuan Menurut Gregory Bateson," *Melintas*, vol. 36, no. 2, pp. 212–237, 2020.
- [2] "Sejarah Kota Batu, Dari Perkebunan Kolonial-Hingga Pariwisata," *Terasikip*, [Daring]. Tersedia: <https://www.terasikip.com/sejarah-kota-batu-dari-perkebunan-kolonial-hingga-pariwisata/>. [Diakses: 27 Agustus 2025].
- [3] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kecamatan Bumiaji dalam Angka 2021". Batu, Indonesia: BPS Kota Batu, 2021. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [4] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kecamatan Bumiaji dalam Angka 2022". Batu, Indonesia: BPS Kota Batu, 2022. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [5] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kecamatan Bumiaji dalam Angka 2023". Batu, Indonesia: BPS Kota Batu, 2023. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [6] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kecamatan Bumiaji dalam Angka 2024". Batu, Indonesia: BPS Kota Batu, 2024. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [7] Badan Pusat Statistik Kota Batu, "Kecamatan Bumiaji dalam Angka 2025". Batu, Indonesia: BPS Kota Batu, 2025. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [8] P. Meyfroidt et al., "Ten facts about land systems for sustainability," *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 119, no. 7, Feb. 2022, Art. no. e2109217118. [Daring]. Tersedia: <https://doi.org/10.1073/pnas.2109217118>.
- [9] T. Wheeler and J. von Braun, "Climate Change Impacts on Global Food Security," *Science*, vol. 341, no. 6145, pp. 508–513, Aug. 2013. [Daring]. Tersedia: <https://doi.org/10.1126/science.1239402>.
- [10] Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, "Tinggi Wilayah di Atas Permukaan Laut (DPL) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2015," BPS Provinsi Jawa Timur, 2015. [Daring]. Tersedia: <https://jatim.bps.go.id/>. [Diakses: 8 Agustus 2025].
- [11] Pemerintah Kota Batu, "Peta Pola Ruang Kota Batu," ArcGIS Online, 2025. [Daring]. Tersedia: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=7c2d313aeae4b1ab78835-bcd3ffdcdb5>. [Diakses: 8 September 2025].
- [12] Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 68, Jakarta, 2007.
- [13] Kepala Bidang Sarana dan Kepala Bidang Prasarana Dinas Pertanian Kota Batu, Wawancara pribadi, 10 September 2025, Kota Batu.
- [14] Pemerintah Kota Batu, "Ringkasan Rancangan Awal RPJMD Kota Batu 2025–2029". Batu, Indonesia: Pemerintah Kota Batu, 2024. [Daring]. Tersedia: <https://batukota.go.id/>. [Diakses: 12 Februari 2025].
- [15] Malang Times, "Laboratorium pertanian digarap tahun depan, tempati lahan di Desa Sumber Brantas," *Malang Times*, Jul. 24, 2025. [Daring]. Tersedia: <https://www.malangtimes.com/baca/342257/20250724/112700/laboratorium-pertanian-digarap-tahun-depan-tempati-lahan-di-desa-sumber-brantas>. [Diakses: 27 Juli 2025].
- [16] al-Bukhari, Shahih al-Bukhari, Kitab al-Muzara'ah, no. 2320; Muslim, Shahih Muslim, Kitab al-Musaqat, no. 1552.
- [17] Muslim, Shahih Muslim, Kitab al-Dzikir wa al-Du'a, no. 2742.
- [18] Ahmad ibn Hanbal, Musnad Ahmad, Juz 20, p. 296.
- [19] Direktorat Pendidikan Menengah Umum, Pedoman Laboratorium, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1995.
- [20] D. D. Watch, *Building Type Basics for Research Laboratories*, 2nd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.
- [21] Biotechnology Industry Organization, *BIO 2005–2006 Guide to Biotechnology*. Washington, DC: Biotechnology Industry Organization, 2005.
- [22] M. M. A. N. Ranjha, B. Shafique, W. Khalid, H. R. Nadeem, G. Mueen-ud-Din, dan M. Z. Khalid, "Applications of Biotechnology in Food and Agriculture: a Mini-Review," *Proceedings of the Na-*

- tional Academy of Sciences, India, Section B: Biological Sciences, vol. 92, pp. 11-15, Jan. 2022, doi: 10.1007/s40011-021-01320-4.
- [23] T. Aftab, Ed., *Plant Biotechnology and Sustainable Agriculture: Bridging the Gap for Global Food Security*. Wallingford, UK: CABI, 2025. doi: 10.1079/9781800627659.0000.
- [24] Dinas Pertanian Kota Batu, *Grand Design Laboratorium Kultur Jaringan Gapoktan Sumberjaya 2024–2025*. Batu: Dinas Pertanian Kota Batu, 2024.
- [25] R. I. Nurmalasari dan A. Soetriono, Analisis Keunggulan Komparatif Usahatani Kentang di Kota Batu, *Habitat*, vol. 24, no. 2, hlm. 104–112, 2013. [Daring]. Tersedia: <https://habitat.ub.ac.id/index.php/habitat/article/view/104>
- [26] Y. Yuliyanti, Analisis Keunggulan Komparatif Usahatani Wortel (*Daucus carota* L.) di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Malang, Indonesia: Universitas Brawijaya, 2015. [Daring]. Tersedia: <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/131466>
- [27] T. Rahmawati, Analisis Keunggulan Komparatif Usahatani Kubis (*Brassica oleracea* L.) di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Malang, Indonesia: Universitas Brawijaya, 2015. [Daring]. Tersedia: <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/131503>
- [28] Sumberbrantasbatu.blogspot.com, Luas Wilayah, 9 Januari 2016. [Daring]. Tersedia: https://sumberbrantasbatu.blogspot.com/2016/01/luas-wilayah_9.html. [Diakses: 10 Agustus 2025].
- [29] Google Earth, Citra Satelit Desa Sumberbrantas (7°46'17.9"S, 112°32'04.4"E), Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, 2025. [Daring]. Tersedia: <https://earth.google.com/>. [Diakses: 9 September 2025].
- [30] Pemerintah Kota Batu, Peraturan Wali Kota Batu Nomor 7 Tahun 2024 tentang Rencana Detail Tata Ruang Kota Batu Tahun 2024–2044. Batu: Pemerintah Kota Batu, 2024.
- [31] Pemerintah Kota Batu, Peraturan Daerah Kota Batu Nomor 7 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010–2030. Batu: Pemerintah Kota Batu, 2011.
- [32] Pemerintah Republik Indonesia, Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2007.
- [33] Pemerintah Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2021.
- [34] ASHRAE, *ASHRAE Laboratory Design Guide: Planning and Operation of Laboratory HVAC Systems*, 2nd ed. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2015.
- [35] Republik Indonesia, Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor 3 Tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan dan Angka Kreditnya. Jakarta: Kementerian PAN, 2010.
- [36] A. Saggars and M. Paskanik, "Laboratory facility requirements: A key decision-making guide," CRB Group, 03 Mei 2024. [Daring]. Tersedia: <https://www.crbgroup.com/insights/laboratory-facility-requirements-a-key-decision-making-guide>. [Diakses: 15 September 2025].
- [37] World Health Organization, *Laboratory Biosafety Manual*, 3rd ed. Geneva: WHO, 2004.
- [38] "Centro de desarrollo agrícola de Izmir – Esmirna," *Arquitectura Viva*. [Daring]. Tersedia: <https://arquitecturaviva.com/works/centro-de-desarrollo-agricola-en-esmirna>. [Diakses: 15 September 2025].
- [39] "İzmir Agriculture Development Center – Sasalı Biolab / Mert Uslu Architecture," *ArchDaily*, 25 Des. 2021. [Daring]. Tersedia: <https://www.archdaily.com/974092/izmir-agriculture-development-center-nil-sasali-biolab-mert-uslu-architecture>. [Diakses: 15 September 2025].
- [40] "Design as teaching tool: sea level rise," *GLUCK+*, [Daring]. Tersedia: <https://gluckplus.com/project/duke-university-marine-lab/story/design-as-teaching-tool-sea-level-rise/>. [Diakses: 15 September 2025].
- [41] "Duke University Marine Laboratory, Dr. Orrin H. Pilkey Research Laboratory / Gluck+," *ArchDaily*, 26 Jun. 2018. [Daring]. Tersedia: <https://www.archdaily.com/896725/duke-university-marine-laboratory-dr-orrin-h-pilkey-research-laboratory-gluck-plus>. [Diakses: 15 September 2025].
- [42] "The Vagelos Laboratory for Energy Science and
-

- Technology (VLEST)," Archello. [Daring]. Tersedia: <https://archello.com/project/the-vagelos-laboratory-vlest>. [Diakses: 15 September 2025].
- [43] "Vagelos Laboratory for Energy Science and Technology," Knippershelbig. [Daring]. Tersedia: <https://www.knippershelbig.com/en/projects/vagelos-laboratory-for-energy-science-and-technology/>. [Diakses: 15 September 2025].
- [44] K. B. Widiarsa, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, "Studi Literatur Perkembangan Green Building di Indonesia," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, pp. 37–46, Jun. 2021. [Daring]. Tersedia: <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2232307>
- [45] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau, Jakarta: Kementerian PUPR, 2015.
- [46] Green Building Council Indonesia, Panduan Teknis: Perangkat Penilaian Bangunan Hijau untuk Gedung Baru, Versi 1.2, 2nd ed. Jakarta: Green Building Council Indonesia, Nov. 2018. ISBN 978-602-19732-1-9.
- [47] McGill University, Building Design Standards: Laboratories, Facilities Management and Ancillary Services, Montreal, Canada, Oct. 2024.
- [48] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2009 tentang Pedoman Teknis Manajemen Proteksi Kebakaran di Perkotaan, Jakarta, Indonesia, 2009.
- [49] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, Jakarta, Indonesia, 2008.
- [50] Dinas Perhubungan Kabupaten Mojokerto, "Jadwal Keberangkatan Angkutan Feeder Mojokerto–Batu PP via Cangar," Instagram, Jan. 30, 2024. [Daring]. Tersedia: <https://www.instagram.com/p/C2tNbc3yffh/>. [Diakses: 16 September 2025].
- [51] World Health Organization, Laboratory Biosafety Manual, 3rd ed. Geneva: WHO Press, 2004.
- [52] Food and Agriculture Organization of the United Nations, Biosafety Guidelines for Agricultural Biotechnology. Rome: FAO, 2011.
- [53] Centers for Disease Control and Prevention, Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL), 5th ed. Washington, DC, 2009.
- [54] A. Koshelev, "Sustainable Simplicity: The Lab Building," presentasi pada Future Labs Live 2025, ETH Zurich Real Estate Management, 16 Mei 2025.
- [55] Labscape, "Quickship: Modern Laboratory Furniture + Equipment," Labscape, [Daring]. Tersedia: <https://www.labscape.com>. [Diakses: 21 September 2025].
- [56] Labscape, "Fume Hoods – Product Catalog: Laboratory Extraction Systems," Labscape, [Daring]. Tersedia: <https://www.labscape.com>. [Diakses: 21 September 2025].
- [57] Lab Crafters, "Sustainability Insights: Sustainable Lab Solutions," Lab Crafters, 2025. [Daring]. Tersedia: <https://www.lab-crafters.com>. [Diakses: 25 September 2025].
- [58] Ikatan Arsitek Indonesia Jakarta, Panduan Ilustratif Regulasi Bangunan & Kawasan Jakarta: Bangunan Hijau, ed. 1. Jakarta, Indonesia: Ikatan Arsitek Indonesia, 2024.
- [59] "Iklim dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang Tahun di Kota Batu, Indonesia," WeatherSpark, [Daring]. Tersedia: <https://id.weatherspark.com/y/124657/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Kota-Batu-Indonesia-Sepanjang-Tahun>. [Diakses: 27 September 2025].
- [60] A. Mohammed, "Study of Shading Device Parameters of the Mixed-Mode Ventilation on Energy Performance of an Office Building: Simulation Analysis for Evaluating Energy Performance in Egypt," in *Advances in Architecture, Engineering and Technology*, F. Rosso, C. Fabiani, H. Altan, and M. Amer, Eds., Advances in Science, Technology & Innovation. Cham, Switzerland: Springer, 2022, doi: 10.1007/978-3-030-86913-7_19.
- [61] A. A. Y. Freewan, "Impact of external shading devices on thermal and daylighting performance of offices in hot climate regions," *Solar Energy*, vol. 102, pp. 14–30, 2014, doi: 10.1016/j.solener.2014.01.009.
- [62] L. Woltersdorf, S. Liehr, and P. Döll, "Rainwater Harvesting for Small-Holder Horticulture in Namibia: Design of Garden Variants and Assessment of Climate Change Impacts and Adapta-

tion," *Water*, vol. 7, no. 4, pp. 1402–1421, 2015, doi: 10.3390/w7041402.

- [63] L. M. Gould, ed., *Sustainable Design of Research Laboratories: Planning, Design, and Operation*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2010.
 - [64] A. Soltani and E. Sharifi, "Understanding and Analysing the Urban Heat Island (UHI) Effect in Micro-Scale," *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, vol. 10, no. 2, pp. 14–28, 2019.
 - [65] F. Aisyah dan N. Rahmah, "Comparative Study of Soft-scape Element Significance in Improving the Walkability of Urban Corridor," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 532, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/532/1/012009.
 - [66] M. Vukmirovic, S. Gavrilovic, dan D. Stojanovic, "The Improvement of the Comfort of Public Spaces as a Local Initiative in Coping with Climate Change," *Sustainability*, vol. 11, no. 23, 2019, doi: 10.3390/su11236546.
 - [67] R. Pistoni dan S. Bonin, "Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape," *City, Territory and Architecture*, vol. 4, no. 20, 2017, doi: 10.1186/s40410-017-0076-y.
 - [68] K. Hanses, *Basics Steel Construction*. Basel: Birkhäuser, 2013.
 - [69] "Tips for Building on a Sloped Terrain," *First In Architecture*. [Daring]. Tersedia: <https://www.firstinarchitecture.co.uk/tips-for-building-on-a-sloped-terrain/>. [Diakses: 6 Oktober 2025].
 - [70] Western Power, "Underground Power," *Western Power*. [Daring]. Tersedia: <https://www.western-power.com.au/resources-education/network-improvements/network-upgrade-projects/underground-power>. [Diakses: 7 Oktober 2025].
 - [71] E-Landscape Specialty Solutions, LLC, "Benefits of Rainwater Harvesting for Commercial Buildings," Mar. 27, 2013. [Daring]. Tersedia: <https://e-landscapesolutions.com>. [Diakses: 10 Oktober 2025].
-



BESARAN RUANG

LAMPIRAN

Lampiran A. Perhitungan Kebutuhan Ruang Minimum

Tabel A.1.

Fasilitas Utama			
Nama Ruang	Kapasitas	Dimensi Standar	Luas Bersih
Laboratorium kultur jaringan	6–8 pengguna aktif	2 BSC @ $\pm 1,8 \text{ m}^2 = 3,6 \text{ m}^2$ - Bench & meja preparasi $\pm 12\text{--}14 \text{ m}^2$ - Sirkulasi internal $\pm 12 \text{ m}^2$	$\pm 32 \text{ m}^2$
Laboratorium mikrobiologi tanaman	8–12 pengguna aktif	2 BSC = $\pm 3,6 \text{ m}^2$ - Bench panjang + incubator = $\pm 20 \text{ m}^2$ - Area alat (centrifuge, oven, fridge) = $\pm 10 \text{ m}^2$ - Sirkulasi internal = $\pm 15 \text{ m}^2$	$\pm 48 \text{ m}^2$
Laboratorium analisis biologi molekuler	8–12 pengguna aktif	- PCR bench & hood = $\pm 10 \text{ m}^2$ - Bench ekstraksi & post-PCR = $\pm 12\text{--}14 \text{ m}^2$ - Alat (PCR machine, gel box, freezer) = $\pm 8 \text{ m}^2$ - Sirkulasi internal = $\pm 8 \text{ m}^2$	$\pm 40 \text{ m}^2$
Laboratorium analisis tanah	4–8 pengguna aktif	- Fume hood - Oven - Area timbangan terpisah - Buffer alat berat = $\pm 6 \text{ m}^2$	$\pm 36 \text{ m}^2$
Ruang penyimpanan sampel	(stok)	2 freezer upright @ $0,9 \times 0,8 \text{ m} = 1,44 \text{ m}^2$ 4 rak sampel @ $1 \times 0,5 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$ - Meja penerimaan & labeling = $1,50 \text{ m}^2$ - Allowance 200% ($\times 3$ total)	$\pm 18 \text{ m}^2$
Ruang preparasi sampel	6–10 pengguna aktif	- Meja prep besar & sink = $\pm 12 \text{ m}^2$ - Autoklaf / water purification = $\pm 6 \text{ m}^2$ - Rak & alat kecil = $\pm 6 \text{ m}^2$ - Sirkulasi internal = $\pm 8 \text{ m}^2$	$\pm 30 \text{ m}^2$
Total Luas Minimal			$\pm 204 \text{ m}^2$

Tabel A.2.

Fasilitas Operasional			
Nama Ruang	Kapasitas	Dimensi Standar	Luas Bersih
Gudang	2–3 staf akses	- Rak heavy-duty 4 unit @ $1,2 \times 0,6 \text{ m} = 2,88 \text{ m}^2$ - Rak ringan 3 unit @ $1 \times 0,5 \text{ m} = 1,50 \text{ m}^2$ - Meja sortir = $1,50 \text{ m}^2$ - Allowance sirkulasi & akses (200%)	$\pm 18 \text{ m}^2$
Ruang ganti / gowning	6–8 orang	Standar ruang ganti laboratorium = $1,5\text{--}2,5 \text{ m}^2$/orang (locker + bangku + sirkulasi)	$\pm 16 \text{ m}^2$
Ruang dekontaminasi / washing lab	6–8 orang	2 sink industri = $2 \times 2 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2$ - Washer / glassware = 3 m^2 - Meja kotor + meja bersih = $2 \times 2 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2$ - Allowance sirkulasi intensif ($\pm 120\%$)	$\pm 24 \text{ m}^2$

Ruang manajemen data	4–6 staf	• Standar ruang kerja data/administrasi = 3–4 m ² /orang	±21 m ²
Total Luas Minimal			±79 m ²

Tabel A.3.

Fasilitas Penunjang			
Nama Ruang	Kapasitas	Dimensi Standar	Luas Bersih
Ruang peneliti	8–12 pengguna	10 meja kerja @ ±1,6–1,8 m² = ±17 m² - Storage & diskusi kecil = ±8 m² - Sirkulasi internal = ±15 m²	±40 m ²
Greenhouse Hidroponik	4–8 pengguna aktif	20 unit bench tanam @ 1,2 × 1,5 m = 36 m² - Area tray/pot bebas = 20 m² - Area eksperimen khusus (uji varietas, kontrol) = 24 m² - Allowance 60% (jalur perawatan, akses troli, jarak antar bench lebih lebar)	±120 m ²
Toilet + Shower	Kapasitas per-fungsi	- Ukuran minimal satu ruang kloset = 80 cm (w) x 160 cm (d) x 220 cm (h) - Area wastafel bersama 1–2 ruang shower untuk pengguna sepeda / aktivitas luar ruang	±6–8 m ²
Musala	Kapasitas per-fungsi	1 orang = ±0,6 × 1,2 m = 0,72 m² - Untuk kenyamanan dan toleransi gerak → pakai 0,8 m²/orang	±3 m ²
Parkir Staf	10–12 mobil, 20–22 motor, 4–5 sepeda	- Mobil 2.5 m × 5 m - Motor 0.8 m × 2 m - Sepeda 0.6 m × 1.8 m	±400–470 m ²
Parkir Publik	3–4 mobil, 5–6 motor, 6–8 sepeda	- Mobil 2.5 m × 5 m - Motor 0.8 m × 2 m - Sepeda 0.6 m × 1.8 m	±150–180 m ²
Total Luas Minimal			±821 m ²

Tabel A.4.

Fasilitas Publik			
Nama Ruang	Kapasitas	Dimensi Standar	Luas Bersih
Lobby & showcase hall	10–30 pengunjung	- Kepadatan nyaman pameran = 1,5–2 m²/orang - Area display & resepsionis (±20–30%)	±120 m ²
Ruang workshop	15 peserta	- Workshop meja praktik = 2,5–3 m²/orang - Tambahan sirkulasi & storage ±25–35%	±70 m ²
Outdoor garden	40–60 orang	Kepadatan nyaman outdoor = 2,5–3 m²/orang	≥150 m ²
Demplot sawah	10–20 orang (bergiliran)	- Petak uji (varietas/perlakuan) = ±400 m² - Jalur pematang & inspeksi (±25%) = 100 m²	≥500 m ²
Total Luas Minimal			≥840 m ²

Tabel A.5.

Fasilitas Servis			
Nama Ruang	Kapasitas	Dimensi Standar	Luas Bersih
IPAL B3 dan sampah domestik	2–4 operator	- Bak ekualisasi + netralisasi = $\pm 20 \text{ m}^2$ - Reaktor biologis / kimia = $\pm 25 \text{ m}^2$ - Pengelolaan lumpur = $\pm 15 \text{ m}^2$ - Panel kontrol & walkway = $\pm 10 \text{ m}^2$ - Allowance servis & akses teknisi ($\pm 30\%$)	$\pm 100 \text{ m}^2$
Ruang pengelola & kontrol keamanan	4–6 staf	- Standar ruang kerja kontrol & monitoring = 4 m^2/orang - Video wall & rack server kecil - Sirkulasi operator	$\pm 24 \text{ m}^2$
Gardu PLN	2–3 teknisi	- Panel incoming PLN / cubicle MV $\pm 20 \text{ m}^2$ - Trafo distribusi $\pm 25 \text{ m}^2$ - Panel proteksi & metering PLN $\pm 10 \text{ m}^2$ - Ruang clearance servis & keamanan ($\pm 30\%$)	$\pm 70 \text{ m}^2$
Ruang Panel Listrik Utama (LVMDP)	1–2 teknisi	- Panel LVMDP (Low Voltage Main Distribution Panel) $\pm 25 \text{ m}^2$ - Sub distribution panel / feeder panel $\pm 15 \text{ m}^2$ - Panel kontrol monitoring $\pm 10 \text{ m}^2$ - Ruang servis & jalur kabel ($\pm 30\%$)	$\pm 60 \text{ m}^2$
Ruang pompa air dan kontrol distribusi	1–2 teknisi	- Pompa utama & cadangan = $\pm 12 \text{ m}^2$ - Panel kontrol & VFD = $\pm 6 \text{ m}^2$ - Manifold distribusi & valve = $\pm 8 \text{ m}^2$ - Area maintenance & clear space = $\pm 10 \text{ m}^2$ - Allowance servis & akses teknisi ($\pm 30\%$)	$\pm 50 \text{ m}^2$
Total Luas Minimal			$\pm 304 \text{ m}^2$

Lampiran B. Checklist Kualitas Ruang Fasilitas Laboratorium

Keterangan

• Kode Parameter

V = Ventilasi efektif

P = Kontrol tekanan udara

F = Filtrasi udara

T = Stabilitas suhu

H = Kontrol kelembapan

D = Daylight terkontrol

L = Kenyamanan visual

A = Kontrol akustik

M = Material low VOC

• Simbol

• = Sangat dominan

○ = Diperlukan

- = Tidak dominan

Tabel B.1.

Fasilitas Utama									
Nama Ruang	V	P	F	T	H	D	L	A	M
Laboratorium kultur jaringan	•	•	•	•	•	○	•	○	•
Laboratorium mikrobiologi tanaman	•	•	•	•	•	○	•	○	•

Laboratorium analisis biologi molekuler	●	●	○	●	○	○	●	●	●
Laboratorium analisis tanah	●	○	●	○	○	○	●	○	●
Ruang penyimpanan sampel	○	○	○	●	○	-	○	●	●
Ruang preparasi sampel	●	○	○	○	●	-	○	○	●

Tabel B.2.

Fasilitas Operasional									
Nama Ruang	V	P	F	T	H	D	L	A	M
Gudang	○	-	-	○	○	○	○	○	●
Ruang ganti / <i>gowning</i>	●	●	○	○	○	-	○	-	●
Ruang dekontaminasi / <i>washing lab</i>	●	○	○	○	●	-	○	●	●
Ruang manajemen data	●	-	○	●	○	○	●	●	●

Tabel B.3.

Fasilitas Penunjang									
Nama Ruang	V	P	F	T	H	D	L	A	M
Ruang peneliti	●	-	-	●	○	●	●	○	●
<i>Greenhouse</i> Hidroponik	●	-	-	○	●	●	○	-	○
Ruang peneliti	●	○	○	○	●	○	○	○	●
Musala	●	-	-	●	○	●	●	○	●
Parkir Staf	○	-	-	-	-	●	○	-	○
Parkir Publik	○	-	-	-	-	●	○	-	○

Tabel B.4.

Fasilitas Publik									
Nama Ruang	V	P	F	T	H	D	L	A	M
<i>Lobby & showcase hall</i>	●	-	-	○	●	●	○	-	○
Ruang <i>workshop</i>	●	-	-	●	○	○	●	●	●
<i>Outdoor garden</i>	○	-	-	-	-	●	○	-	○
Demplot sawah	○	-	-	-	●	●	○	-	-

Tabel B.5.

Fasilitas Publik									
Nama Ruang	V	P	F	T	H	D	L	A	M
IPAL B3 dan sampah domestik	●	○	○	○	●	-	-	○	●
Ruang pengelola & kontrol keamanan	●	-	○	●	○	○	●	●	●
Gardu PLN	●	○	○	○	○	-	-	●	○
Ruang Panel Listrik Utama (LVMDP)	●	○	○	○	○	-	-	●	○
Ruang pompa air dan kontrol distribusi	●	○	○	○	●	-	-	○	●

Lampiran C. Tipikal Nilai Albedo Material pada Tapak

Tabel C.1.

Permukaan	Nilai Albedo Tipikal
Pohon-pohon	0.05 - 0.10
Tanah	0.15 - 0.25
Rumput	0.20 - 0.25
Air	0.03 - 0.08
Light concrete paving	0.30 - 0.40
Permeable paving	0.30 - 0.40
Beton ekspos terang	0.30 - 0.45
Batu kerikil	0.10 - 0.15
Decking Kayu WPC	0.30 - 0.35

Lampiran D. Daftar Vegetasi Budidaya Lokal pada Tapak

Tabel D.1.

Vegetasi Pohon (Tree)					
Kode	Gambar	Nama	Nama Latin	Tinggi	Tajuk
T-CG		Cemara Gunung	Casuarina junghuhniana	15 – 25 m	~3 – 9 m
T-TR		Trembesi	Samanea saman	20 – 30 m	~20 – 30

T-LM		Lamtoro Gung	<i>Leucaena leucocephala</i>	13 – 18 m	~10 m
T-BG		Bungur	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	25 – 30 m	~5 – 12 m
T-SP		Kembang Sepatu	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	3 – 5 m	~3 – 5 m
T-MI		Mindi	<i>Melia azedarach</i>	7 – 12 m	~5 – 8 m
Vegetasi Semak / Perdu (Shrub)					
S-DR		Duranta	<i>Duranta erecta</i>	3 – 5 m	~3 m
S-LT		Lantana	<i>Lantana camara</i>	1 – 2 m	~1 – 2 m
S-IX		Bunga Pita / Ixora	<i>Ixora spp.</i>	1 – 2 m	~1 – 2 m
S-KP		Kopsia	<i>Kopsia fruticosa</i>	1 – 2 m	~1 – 2 m
S-AL		Terompet Kuning	<i>Allamanda cathartica</i>	3 – 5 m	~3 – 4 m
S-KM		Kemuning	<i>Murraya paniculata</i>	4 – 5 m	~4 – 5 m

Vegetasi Hortikultura					
H-KT		Kentang	<i>Solanum tuberosum</i>	0.3 – 1 m	~0.50 m
H-WT		Wortel	<i>Daucus carota subsp. sativus</i>	0.3 – 0.8 m	~0.30 m
H-KB		Kubis	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	0.3 – 0.6 m	~0.60 m
H-CB		Cabai	<i>Capsium annuum</i>	0.5 – 1.5 m	~0.80 m
H-BY		Bayam	<i>Amaranthus spp.</i>	0.3 – 1 m	~0.40 m
H-SW		Sawi Hijau	<i>Brassica rapa var. parachinensis</i>	0.2 – 0.5 m	~0.30 m



Gambar Arsitektural



PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2026

LAPORAN PERANCANGAN TUGAS AKHIR

**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEACRH
LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA
MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU**

ALIF PUTRA AULIA - 220606110064
ANGGA PERDANA, M.Ars.
Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



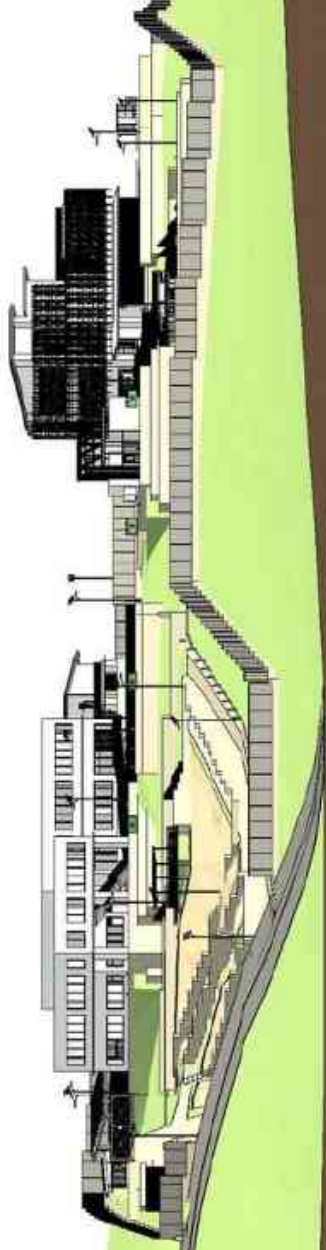
SKALA1: 600

1

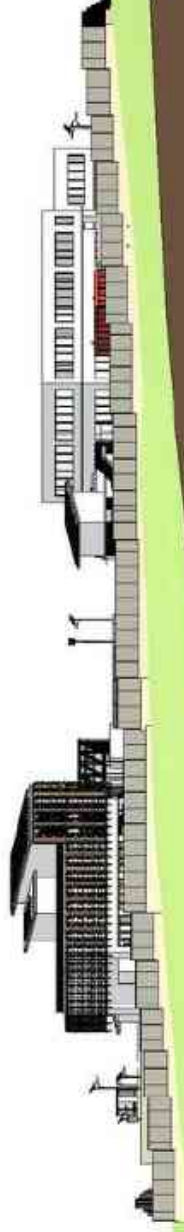


SKALA1: 600

 PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Tampak Kawasan 1 : 600	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110	NOMOR HALAMAN 03
				DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	Jumlah Lembar 77

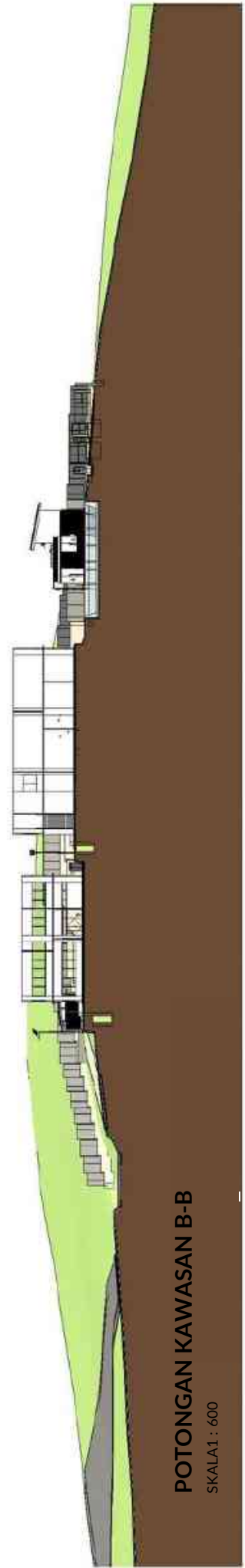
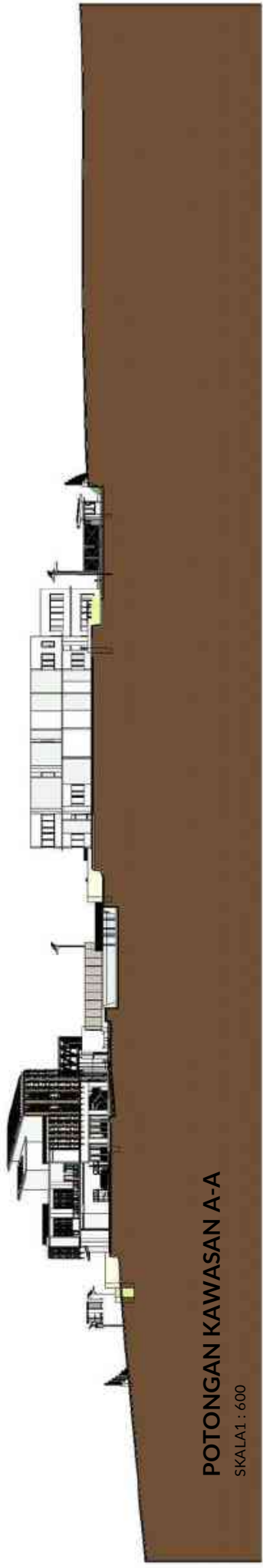


TAMPAK BARAT
SKALA 1 : 600



TAMPAK TIMUR
SKALA 1 : 600

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Tampak Kawasan 1 : 600	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 04 Jumlah Lembar 77
---	---	---	--	--	---	--



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICUL. TURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Potongan Kawasan 1 : 600	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 05 Jumlah Lembar 77
---	---	---	---	--	---	--

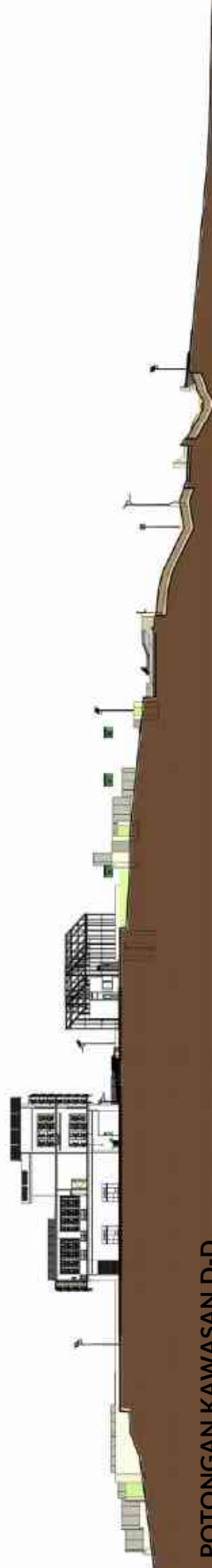
POTONGAN KAWASAN C-C

SKALA 1 : 600



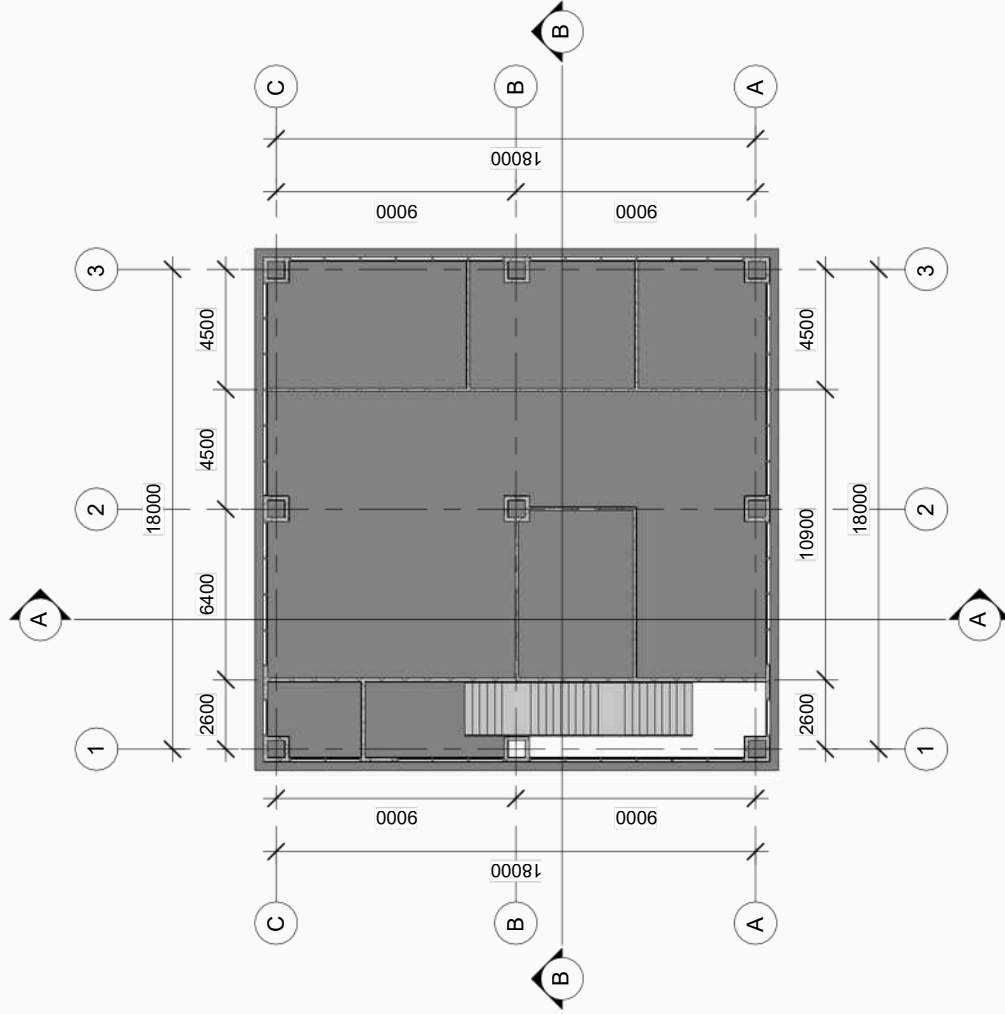
POTONGAN KAWASAN D-D

SKALA 1 : 600



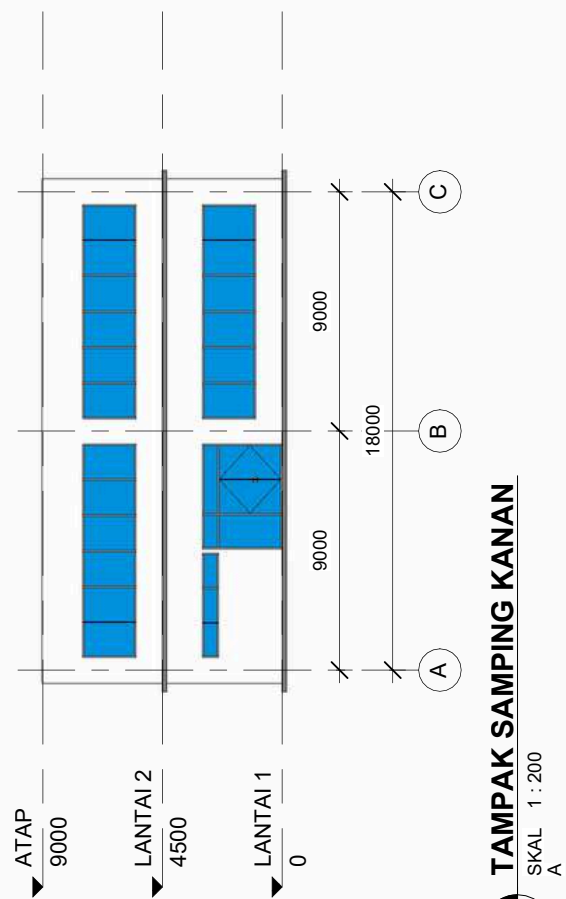
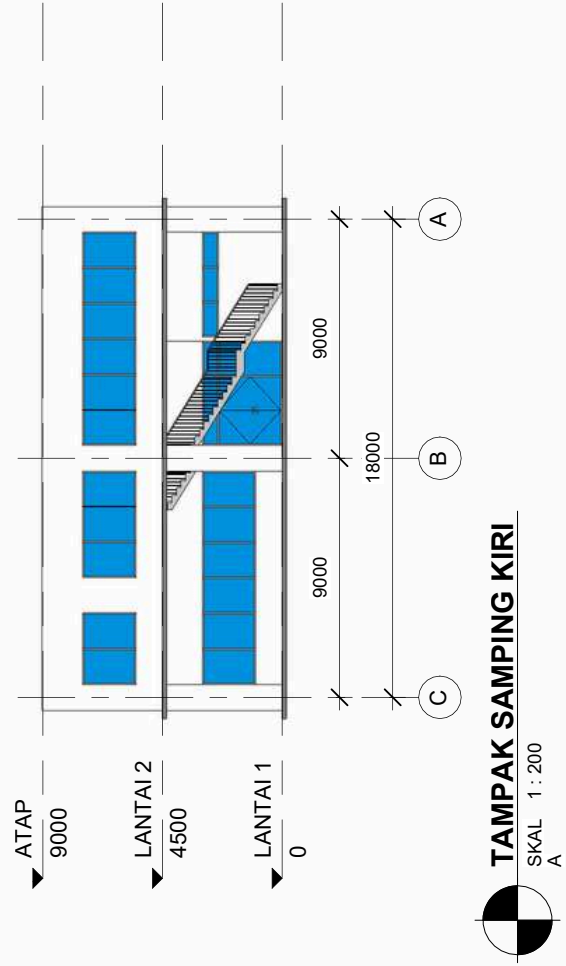
	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY FASILITAS RISET SEBAGAI PUPA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Potongan Kawasan 1 : 600	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 06 JUMLAH LEMBAR 77
---	---	---	--	--	---	--



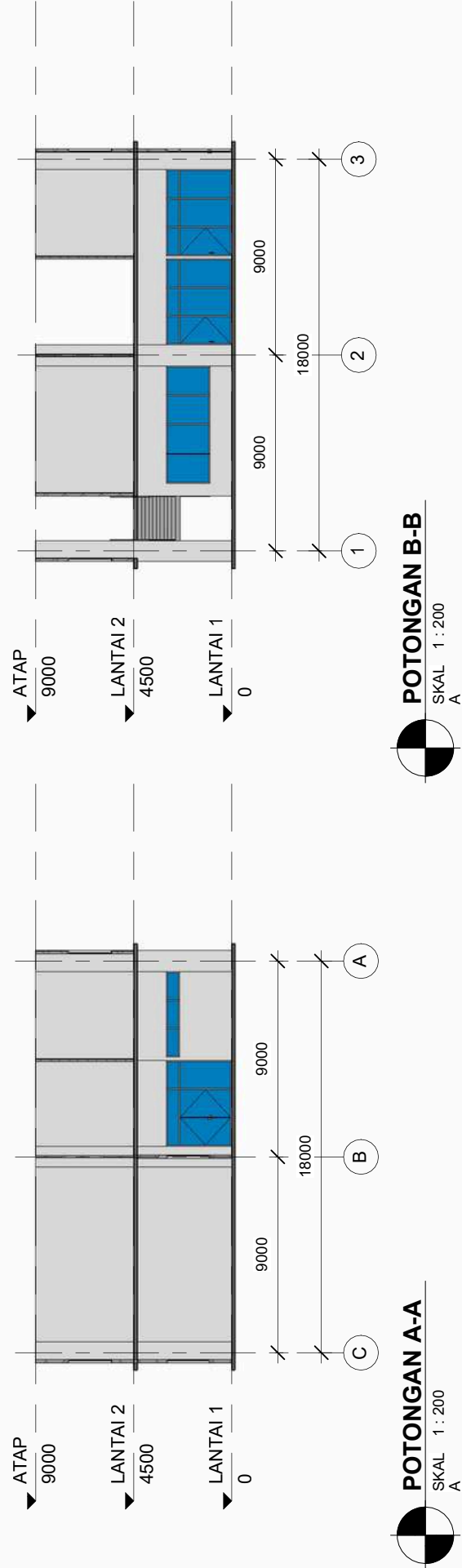


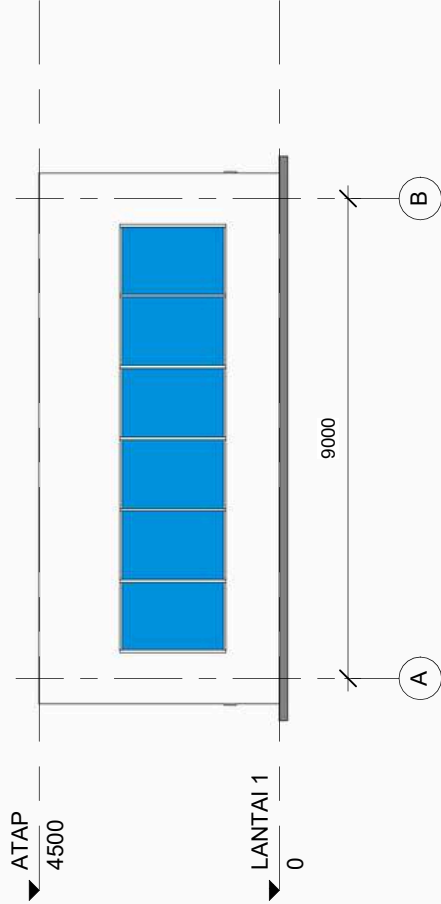
DENAH LT.2
SKAL 1 : 200
A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Peneliti & Lab. Kultur Jaringan 1 : 200	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 08 Jumlah Lembar 77
---	---	---	--	--	---	--



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Peneliti & Lab. Kultur Jaringan 1 : 200	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSAN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSAN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 04 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	--	---	---	---





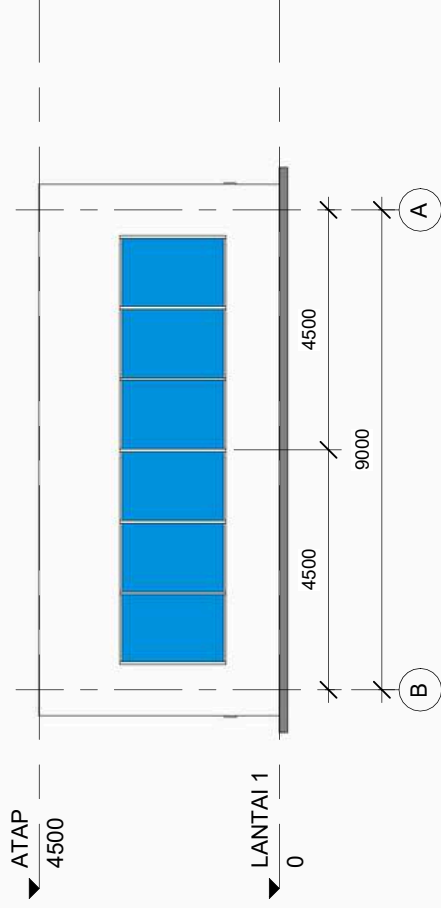
TAMPAK SAMPING KANAN

SKAL 1 : 100
A

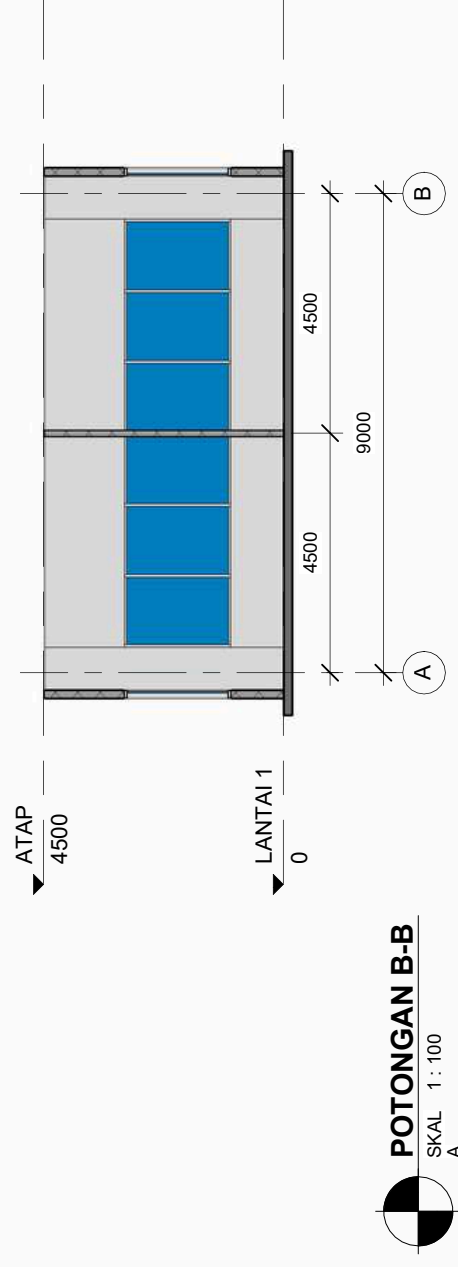
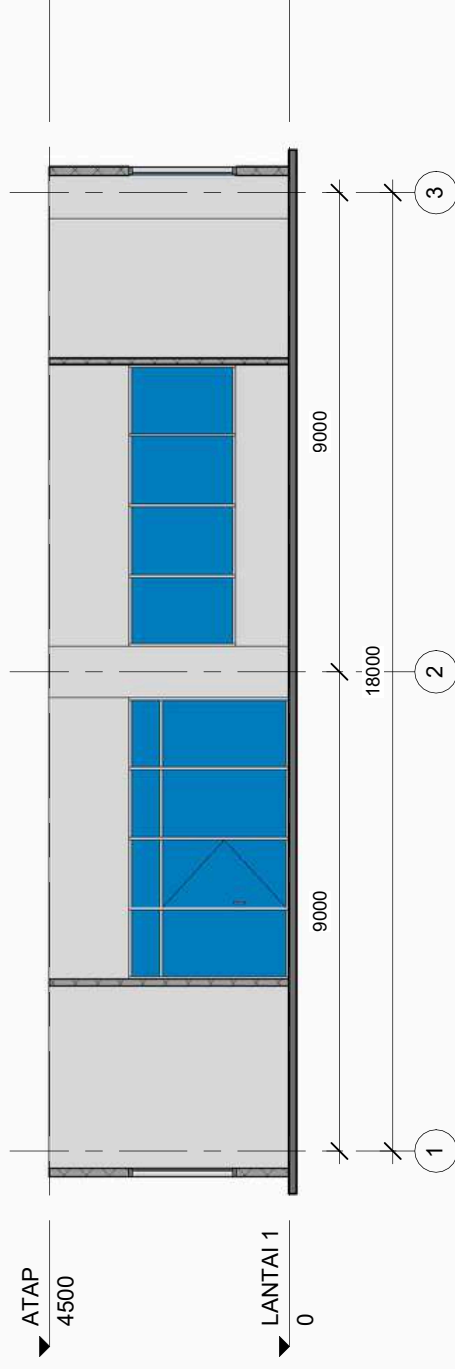


TAMPAK SAMPING KIRI

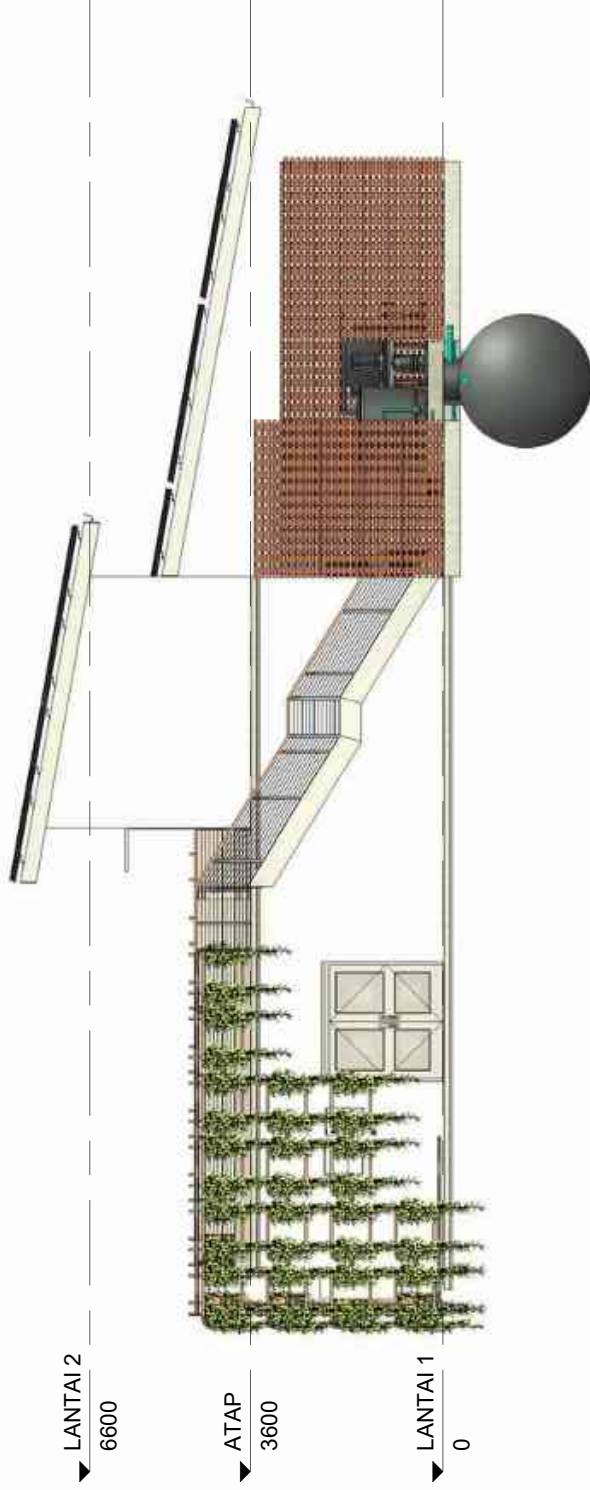
SKAL 1 : 100
A



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICUL TURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lab. Analisis Tanah 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 13 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	--	--	---	---







TAMPAK BELAKANG

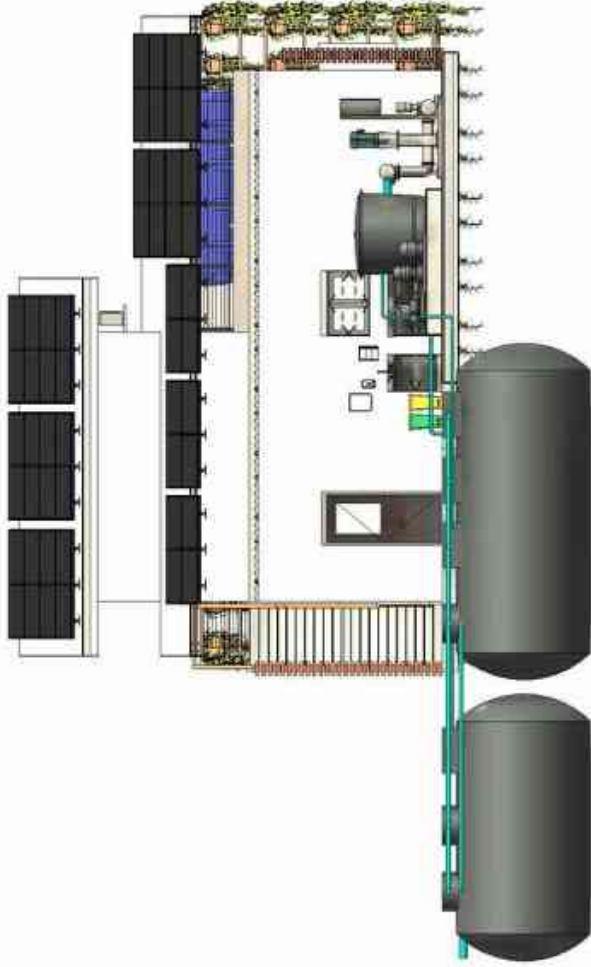
SKAL 1 : 100
A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Dekontaminasi 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 17 77 JUMLAH LEMBAR
---	---	---	--	---	---	---



TAMPAK SAMPING KIRI

SKAL 1 : 100
A



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA
MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
R. Dekontaminasi

1 : 100

NAMA MAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA

NIM:
220606110110

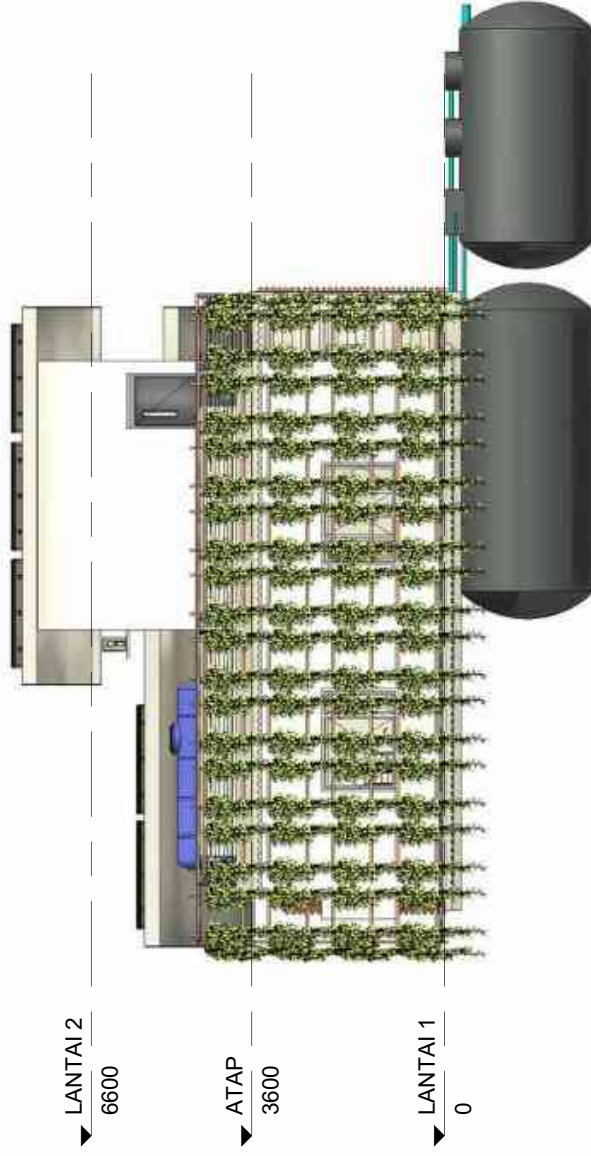
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.

DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

NOMOR HALAMAN
18

77

JUMLAH LEMBAR



TAMPAK SAMPIING KANAN
 SKAL 1 : 100
 A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Dekontaminasi 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 19 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	--	--	---	---

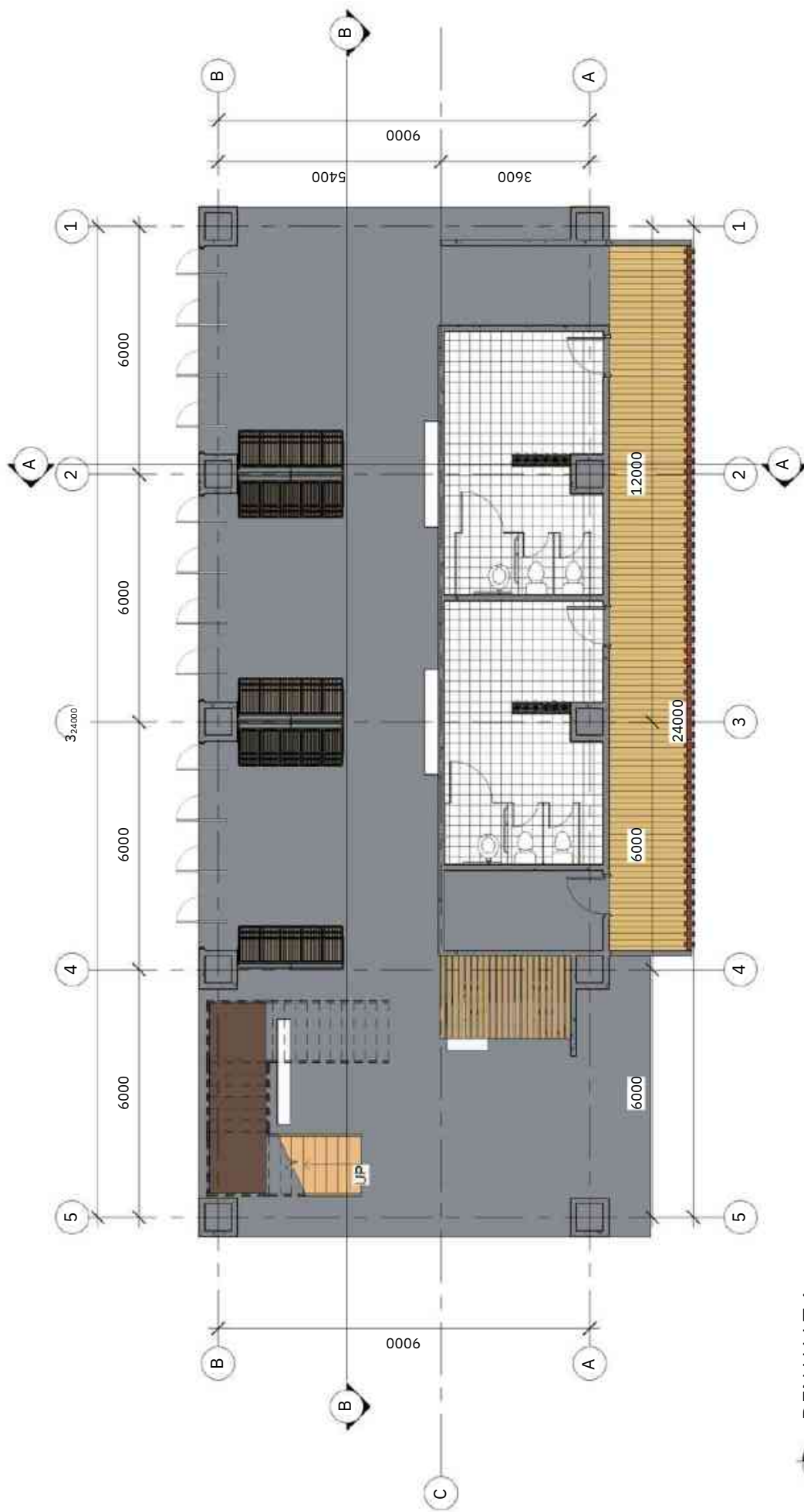


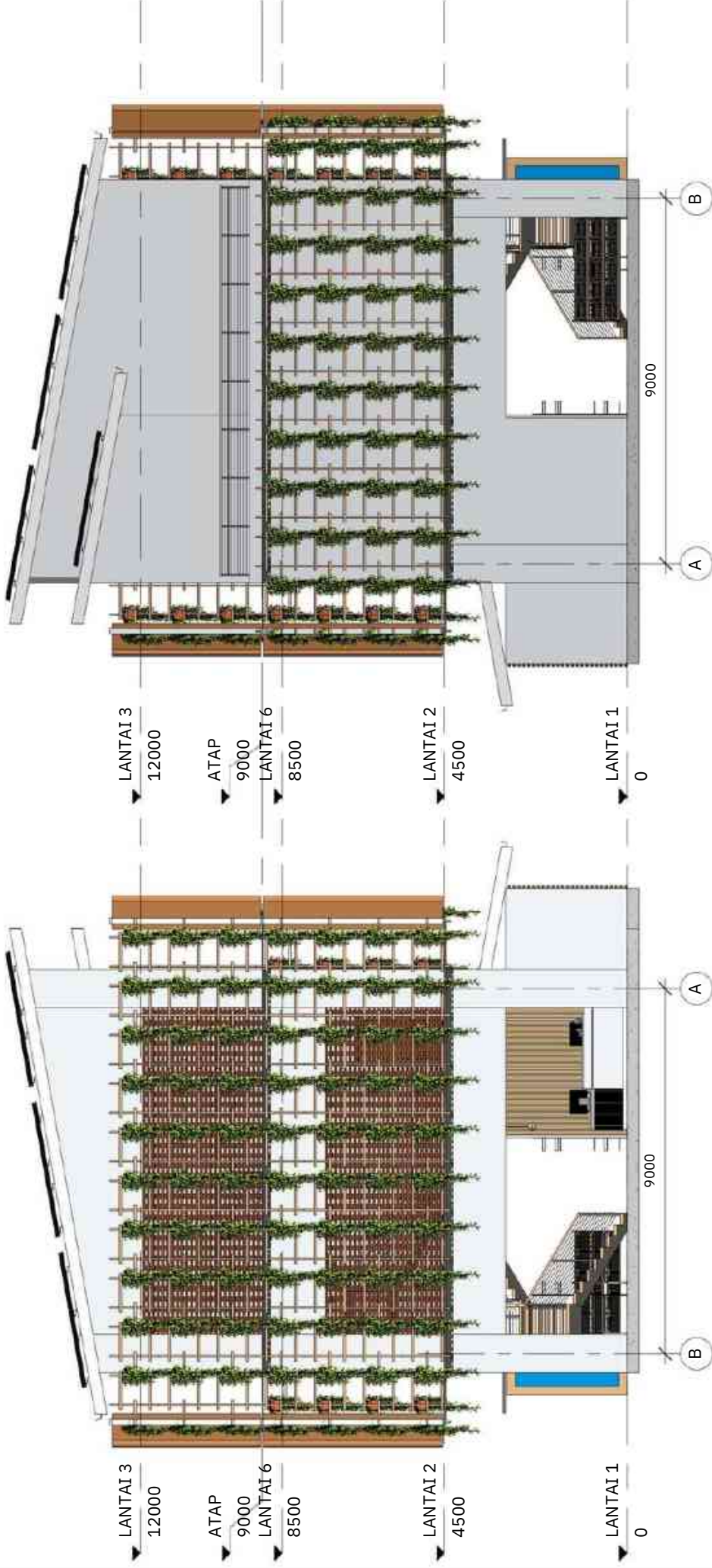
POTONGAN A-A

SKAL 1 : 100

A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Dekontaminasi 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 20 77 JUMLAH LEMBAR
---	---	---	--	---	---	---

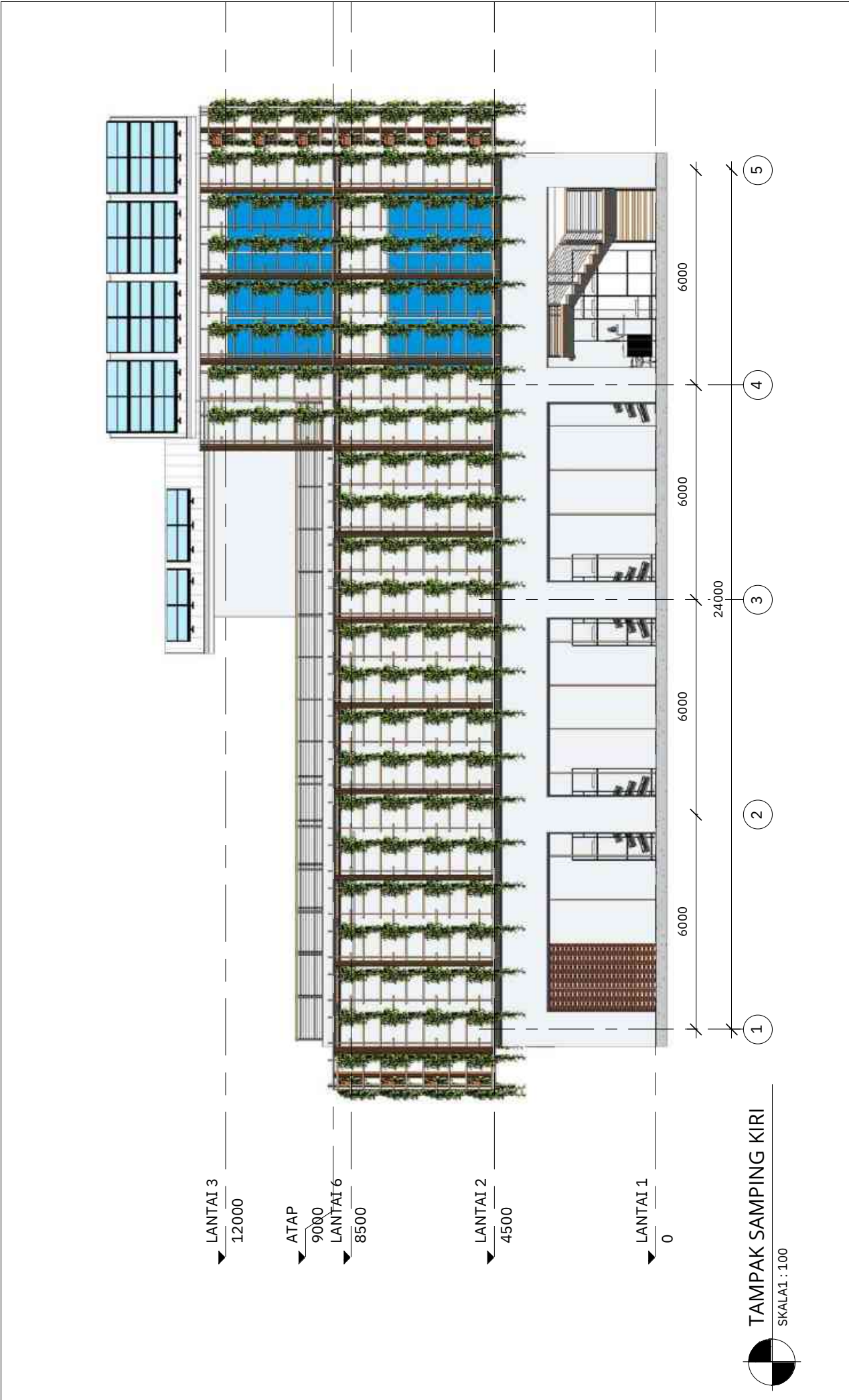




TAMPAK DEPAN
SKALA1 : 100

TAMPAK BELAKANG
SKALA1 : 100

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lobby 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NIM: 22060610110	22	77

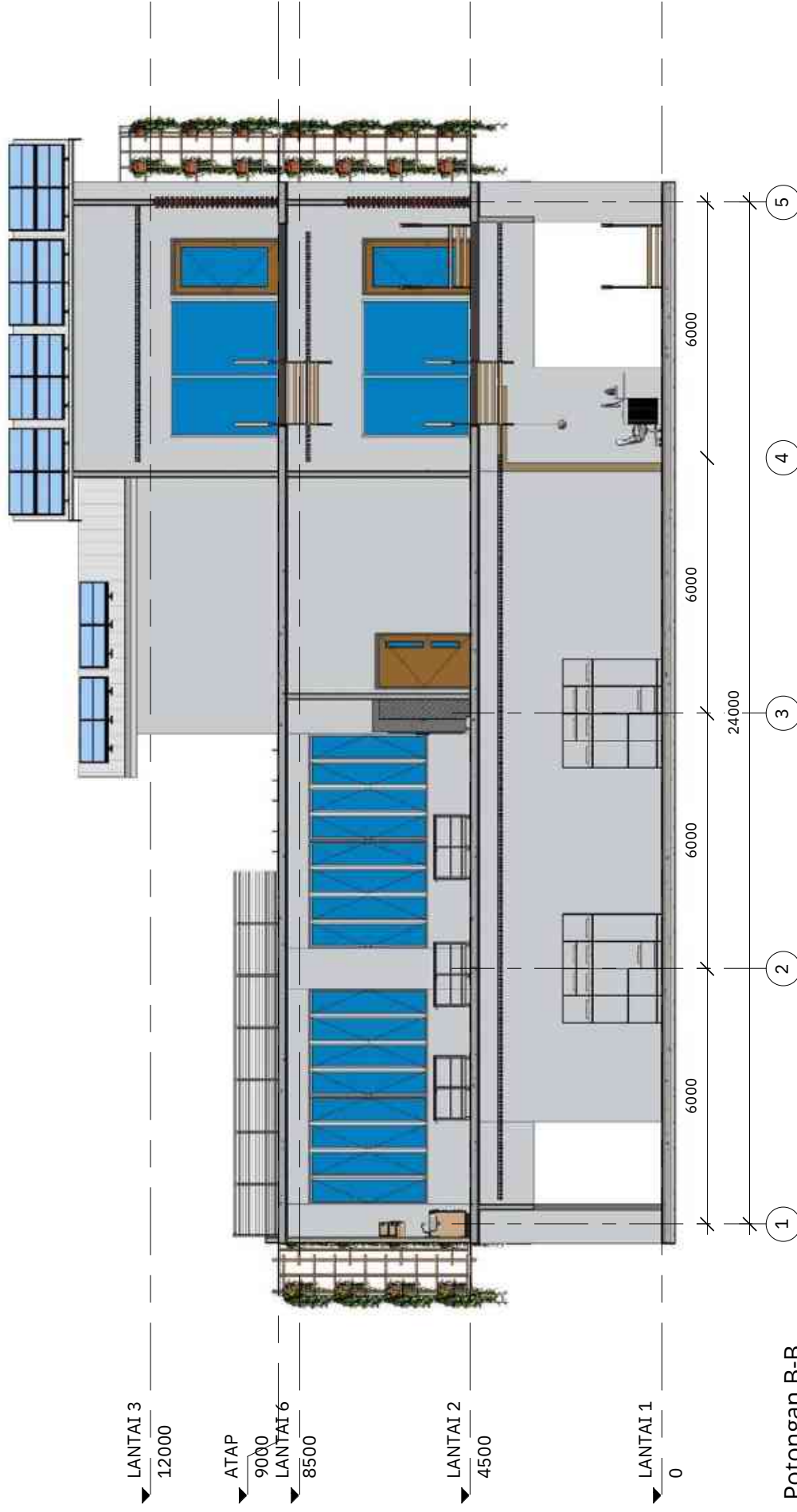


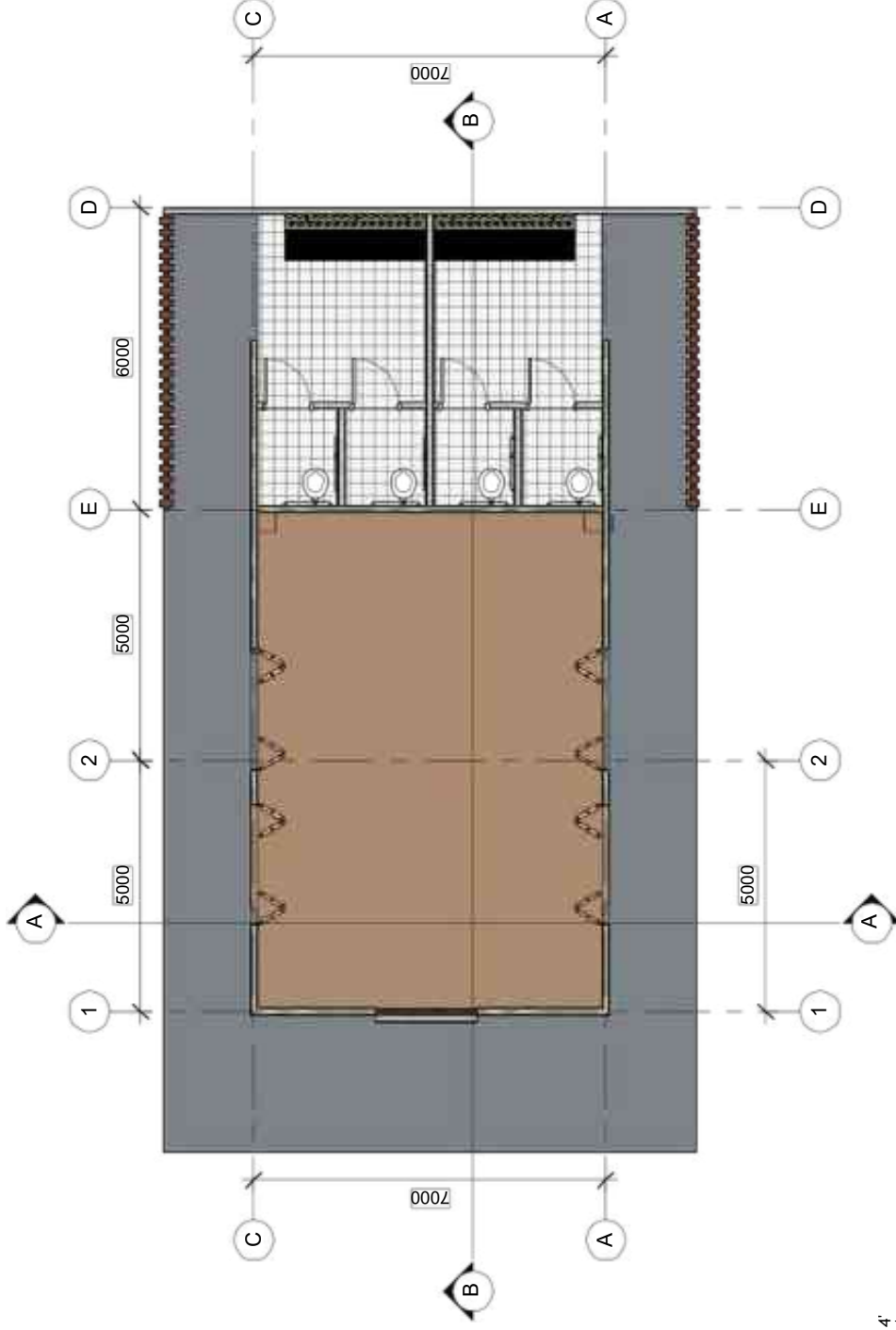
	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026		Gambar : Lobby 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606101010 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	23	77



 **TAMPAK SAMPIING KANAN**
SKALA 1 : 100

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lobby 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NIM: 220606101010	24	77	JURUSAN LEBAR
					NOHOR HALAMAN				





DENAH LT.1

SKAL 1 : 100
A

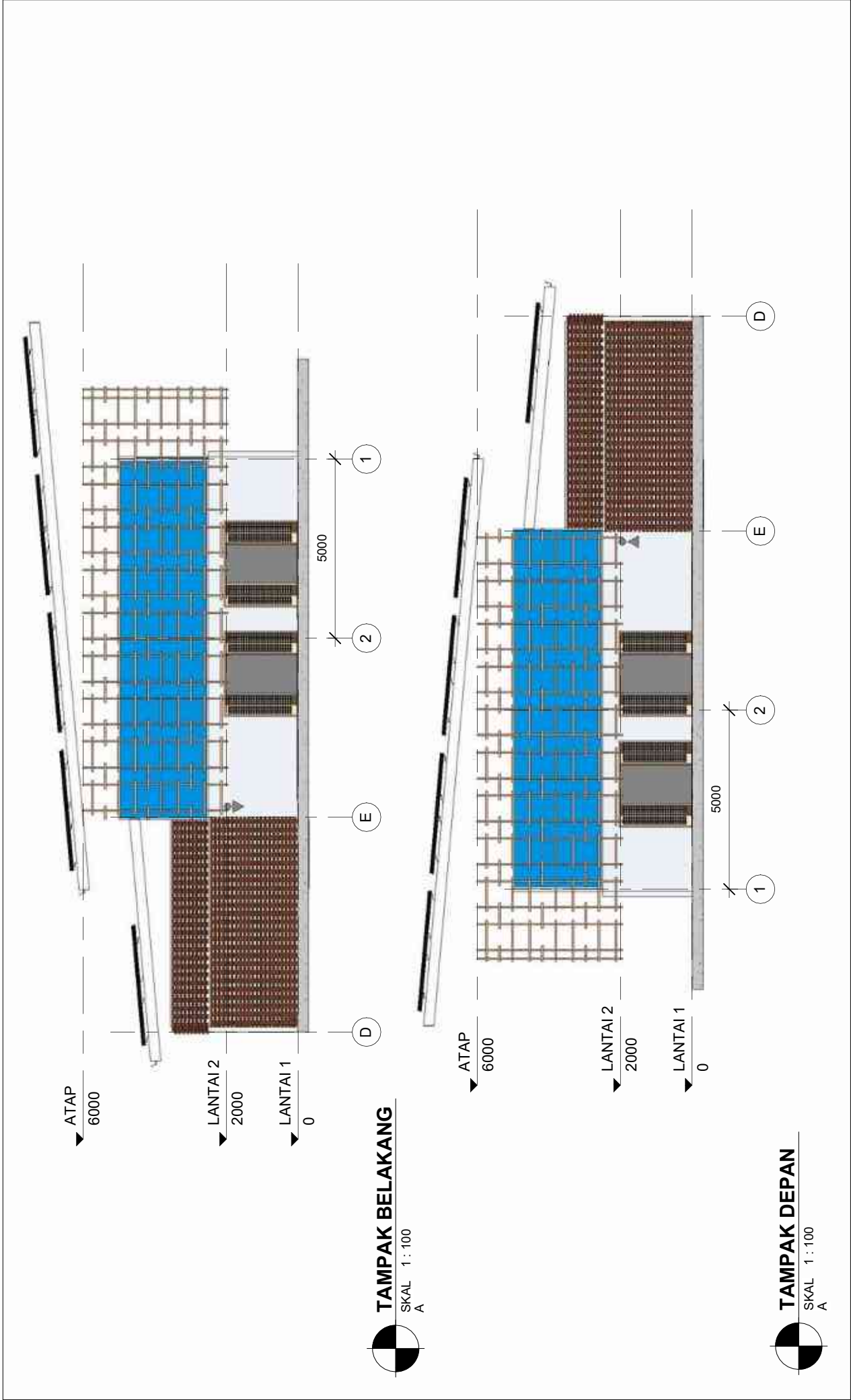
JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026



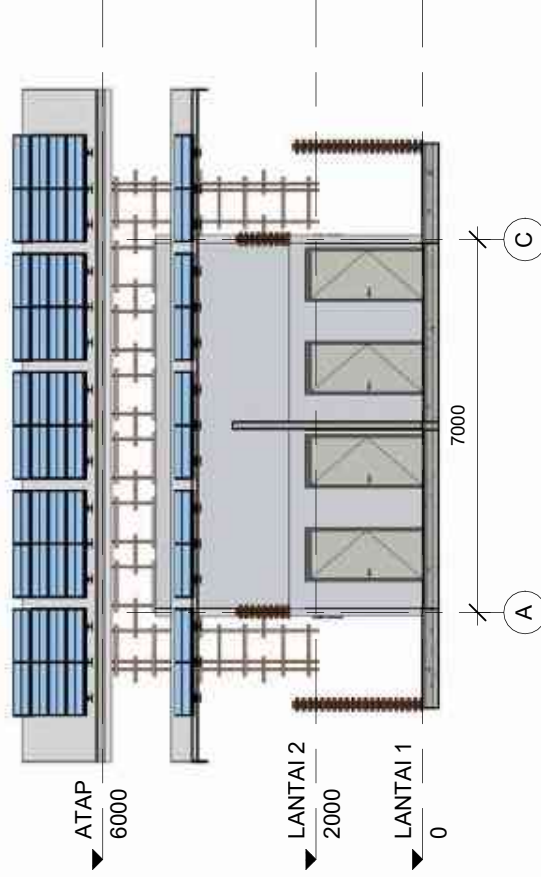
PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: **220606110110**
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

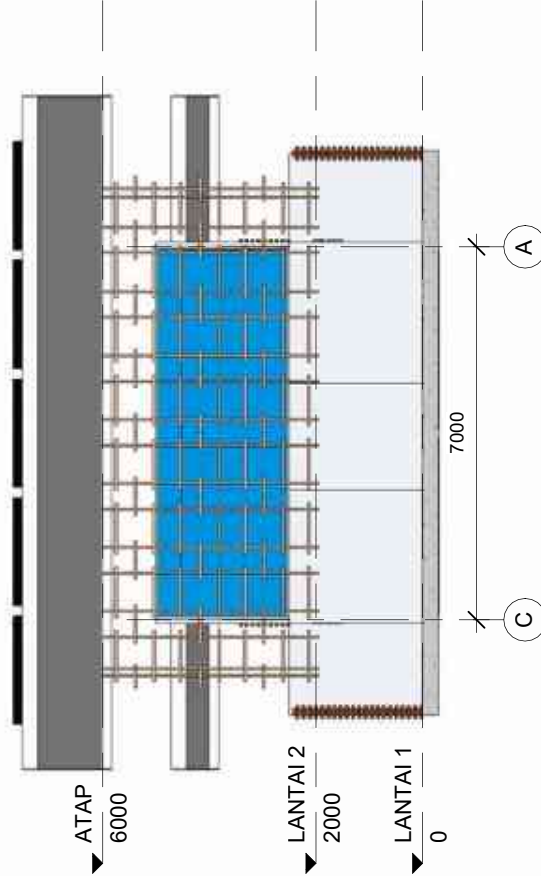
Gambar :
R. Workshop
1 : 100



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Workshop 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110	NOMOR HALAMAN 28 77 JUMLAH LEMBAR
					DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	

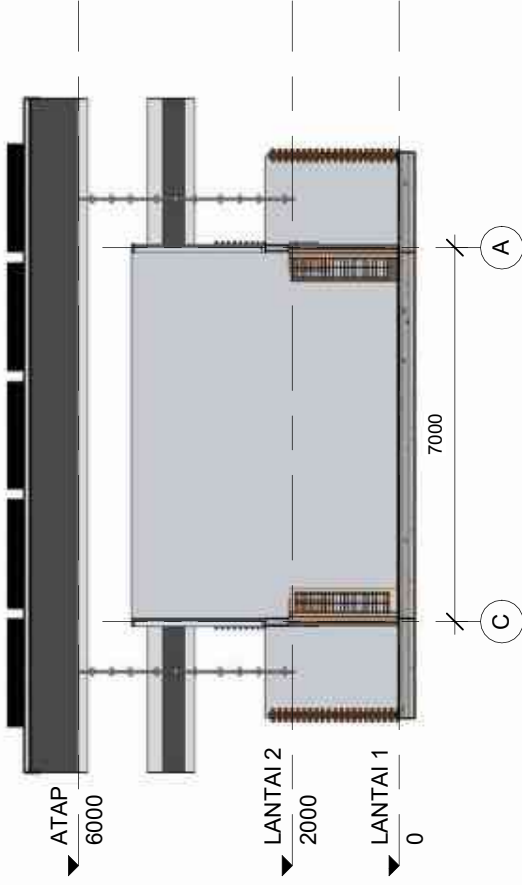


TAMPAK SAMPING KANAN
 SKAL 1 : 100
 A

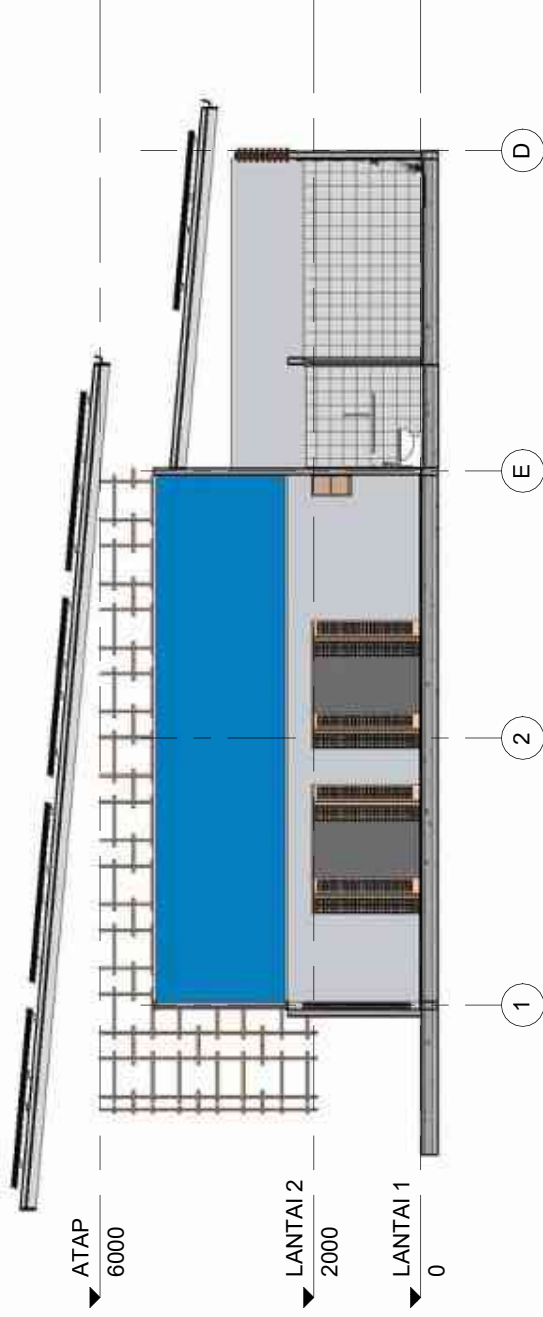


TAMPAK SAMPING KIRI
 SKAL 1 : 100
 A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICUL TURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Workshop 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 29 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	--	--	---	---



POTONGAN A-A
SKAL 1 : 100
A



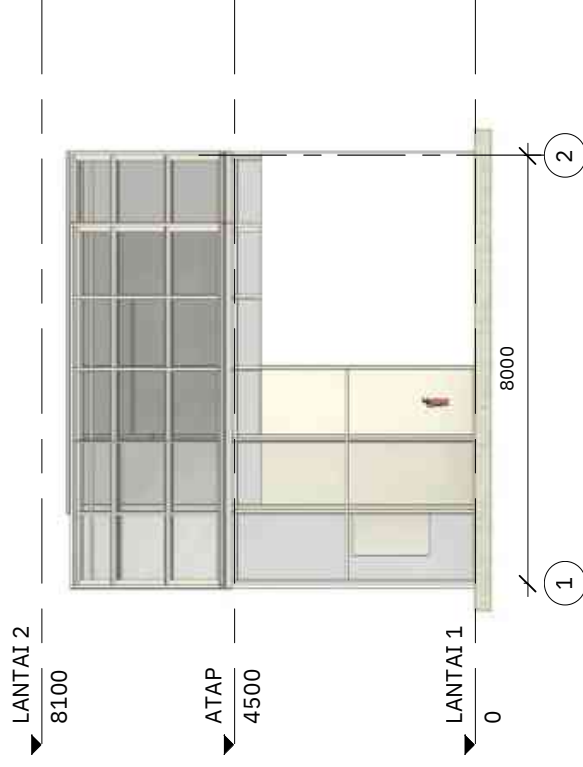
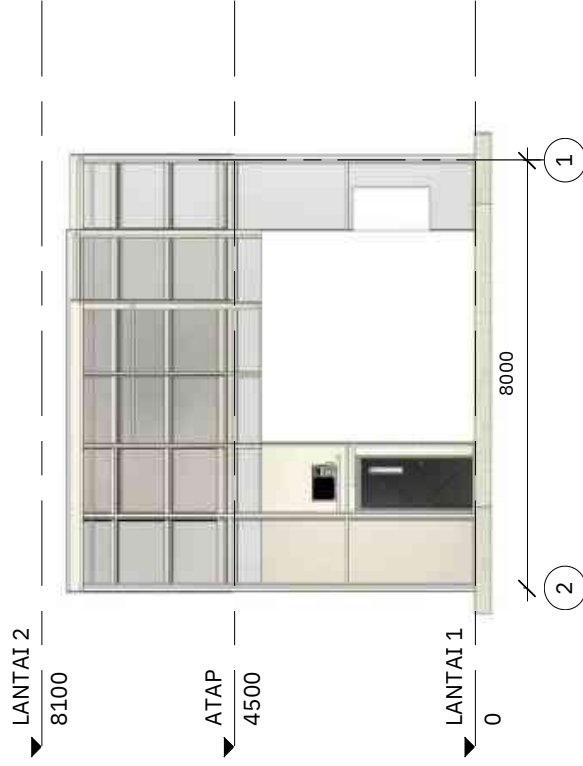
POTONGAN B-B
SKAL 1 : 100
A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI PUYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : R. Workshop 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 30 JUMLAH LEMBAR 77
---	---	---	--	---	--	--

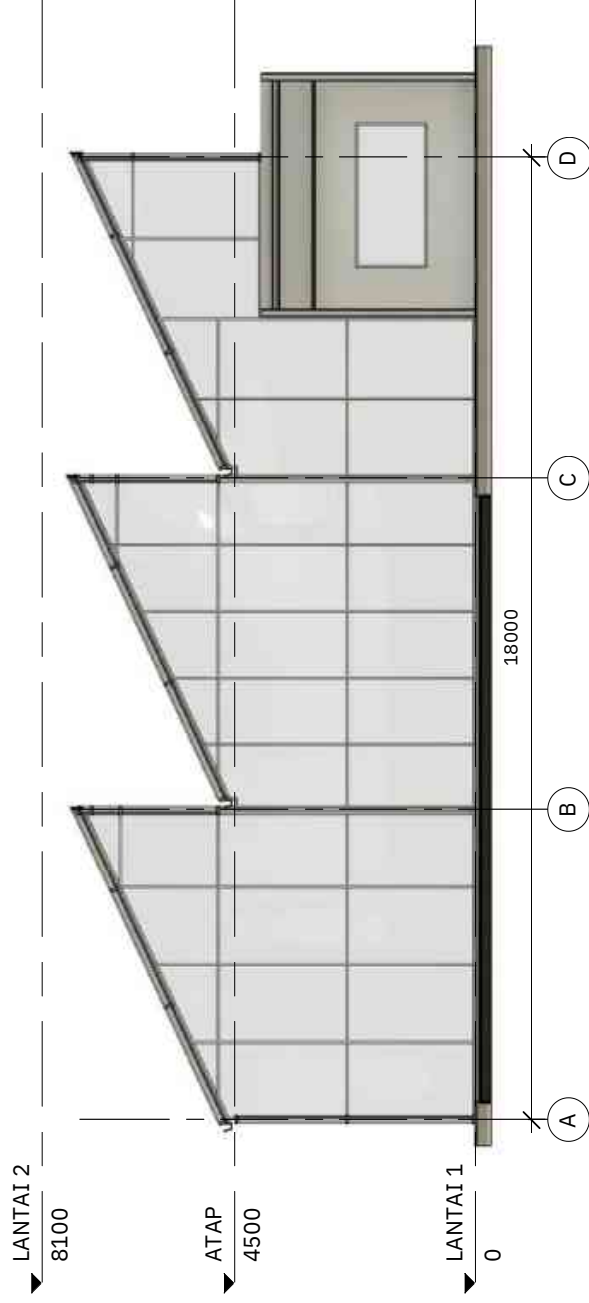


DENAH LT.1
SKALA 1 : 100

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Greenhouse Hidroponik 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOHOR HALAMAN 31 JUNLAH LEMBAR 77
---	--	---	---	---	---	--

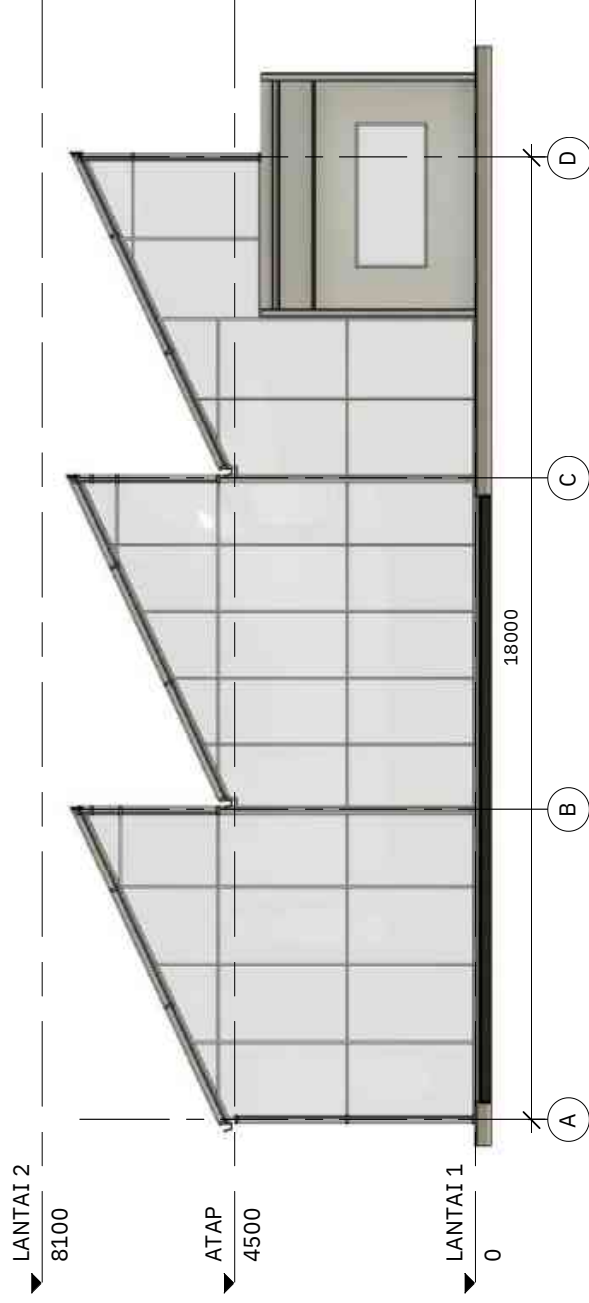


	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISETSEBAGAI PAVYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Greenhouse Hidroponik 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA	NIM: 220606110064	NOMOR HALAMAN 32
					DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.		Jumlah Lembar 77



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 100

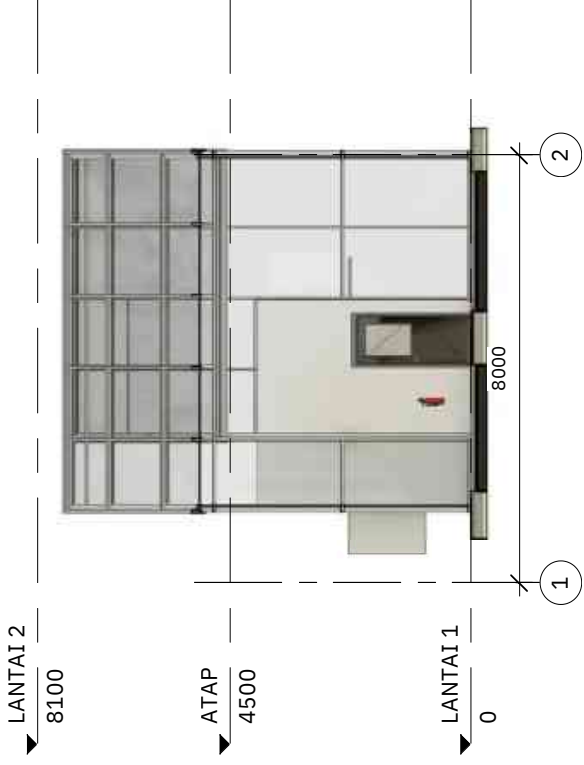
	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Greenhouse Hidroponik 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ATS. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	33	77



POTONGAN A-A

SKALA 1 : 100

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Greenhouse Hidroponik 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ATS. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	34	77

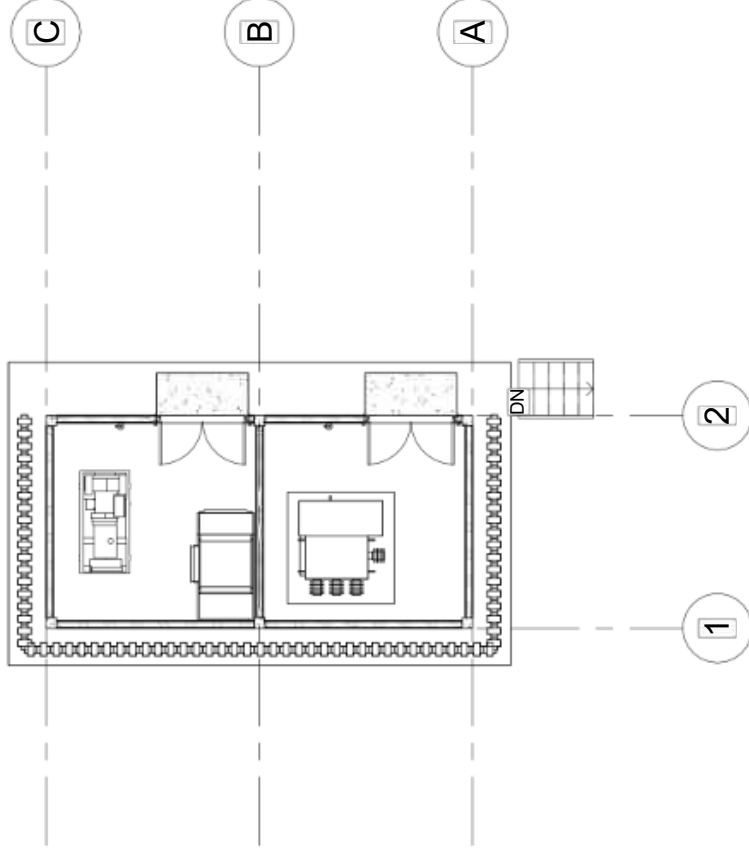


POTONGAN B-B
SKALA 1 : 100

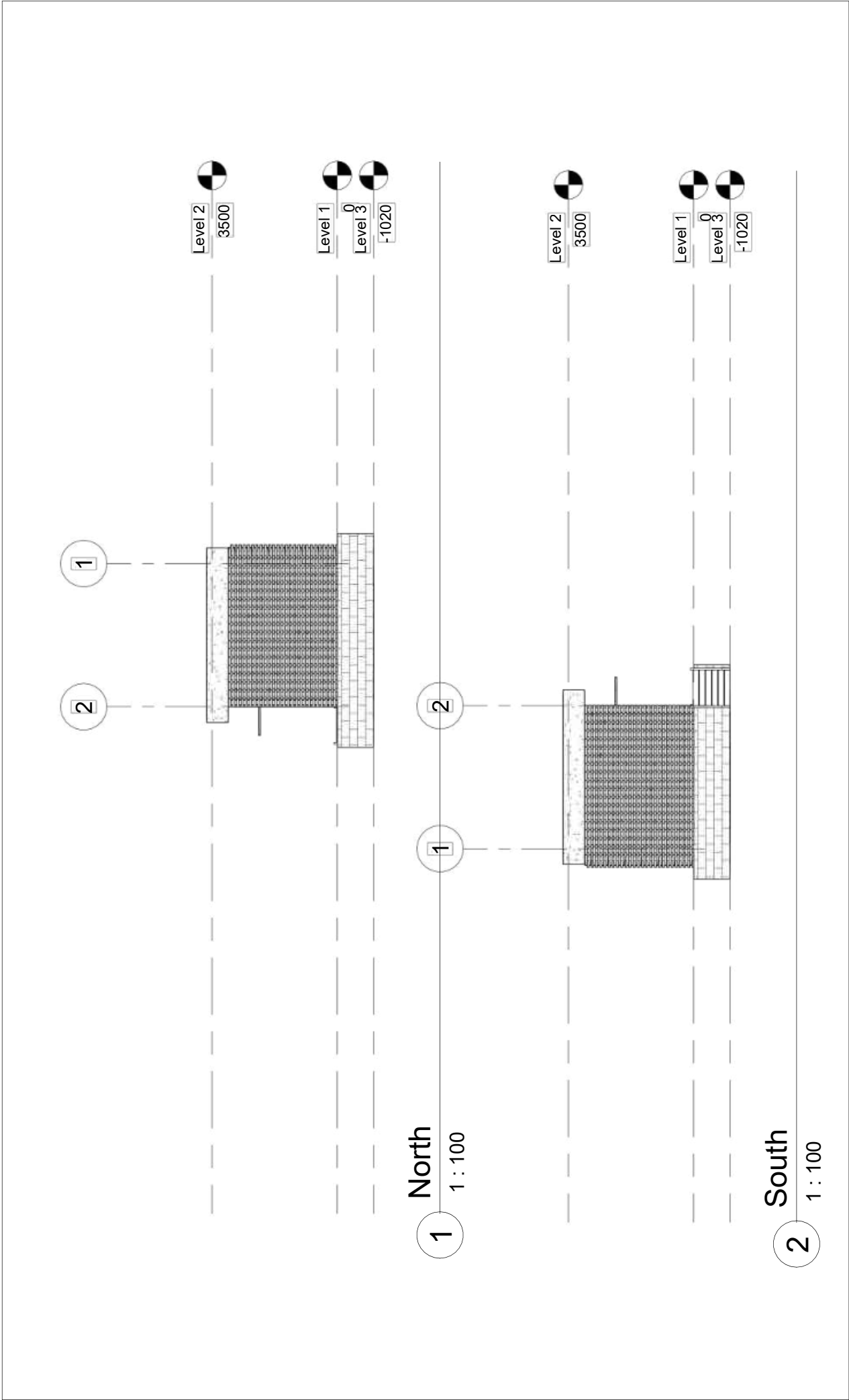
	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Greenhouse Hidroponik 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ATS. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	35	77

1 Level 1

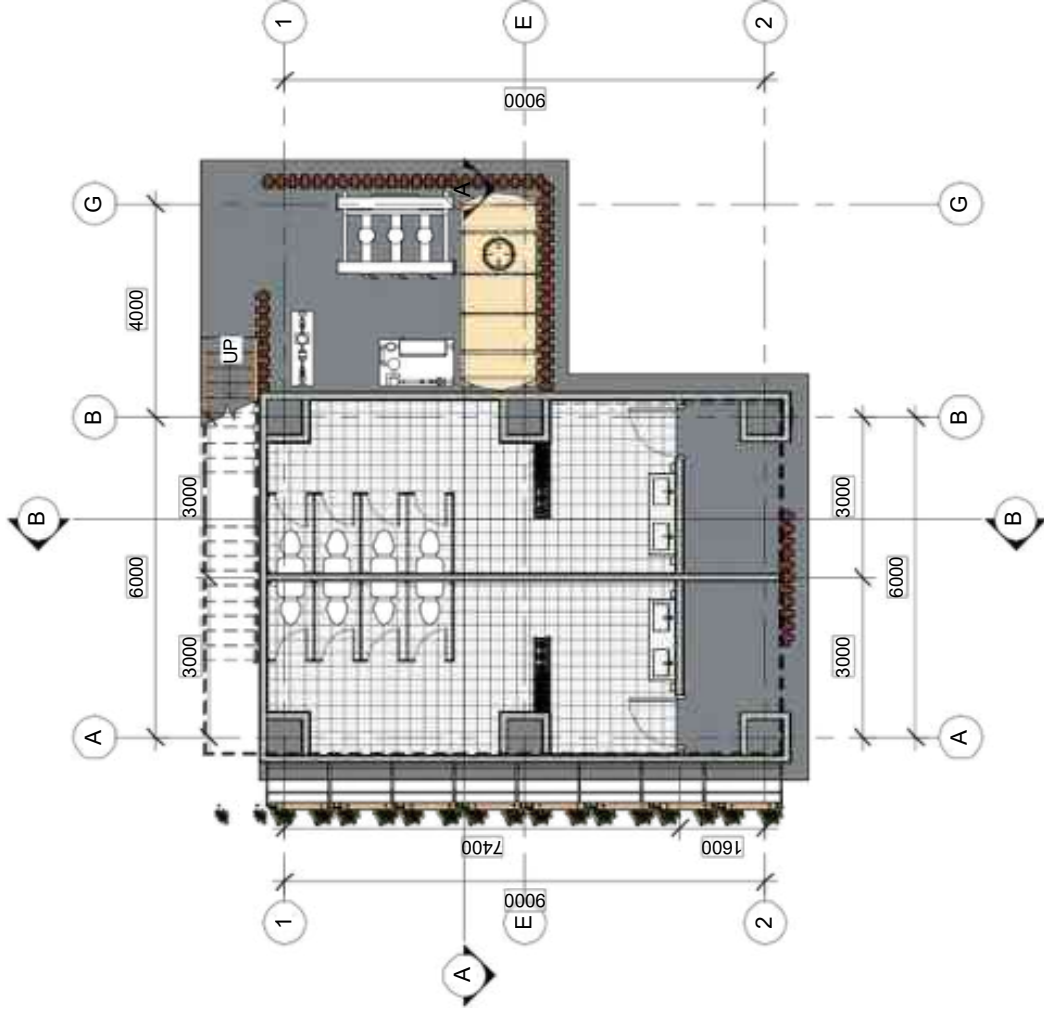
1 : 100



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Unnamed 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 36 Jumlah Lembar 77
---	---	---	---	--	--	---



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Unnamed 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ats. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 38 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	--	--	---	---



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA
MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Toilet

1 : 100

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA

NIM:
220606110110

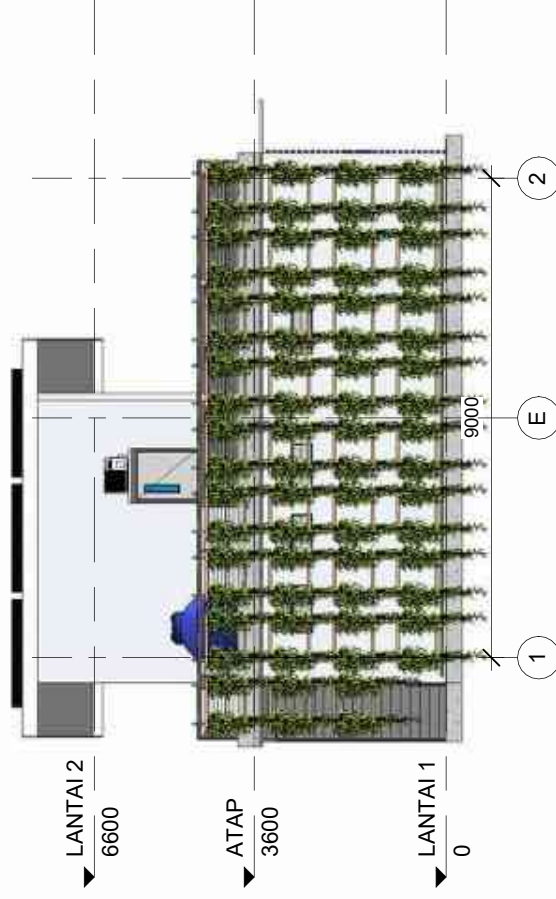
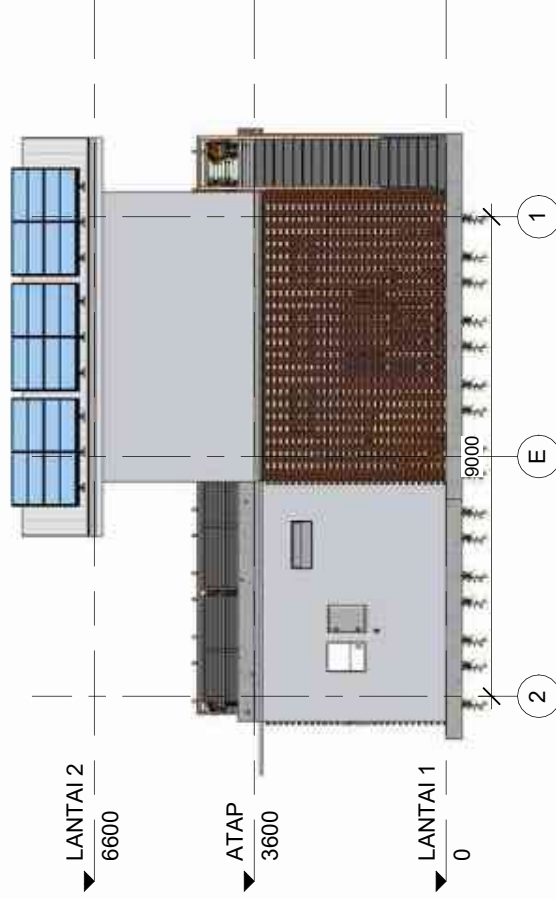
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.

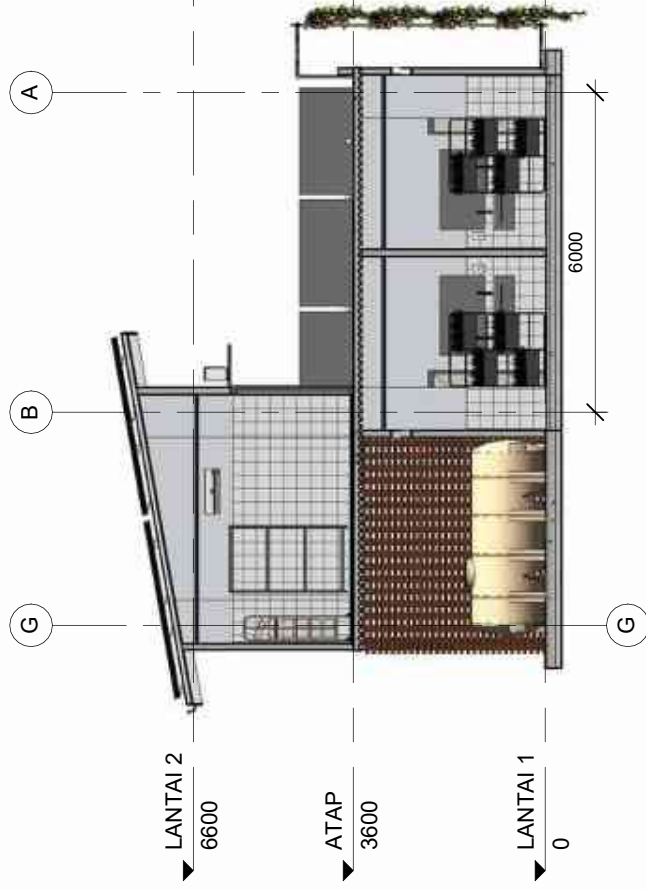
DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

NOMOR HALAMAN
39

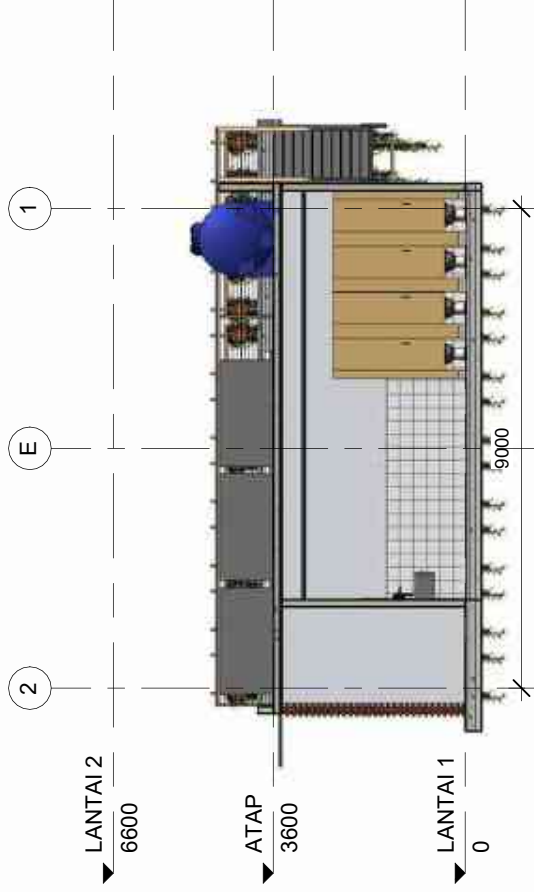
77

JUMLAH LEMBAR





POTONGAN A-A
SKAL 1 : 100
A

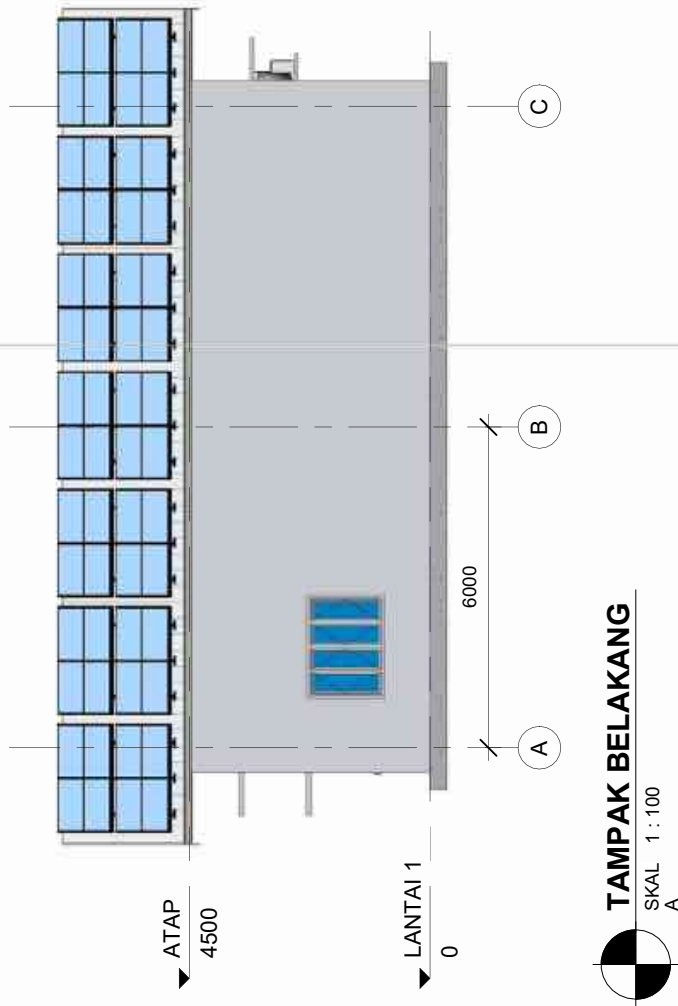
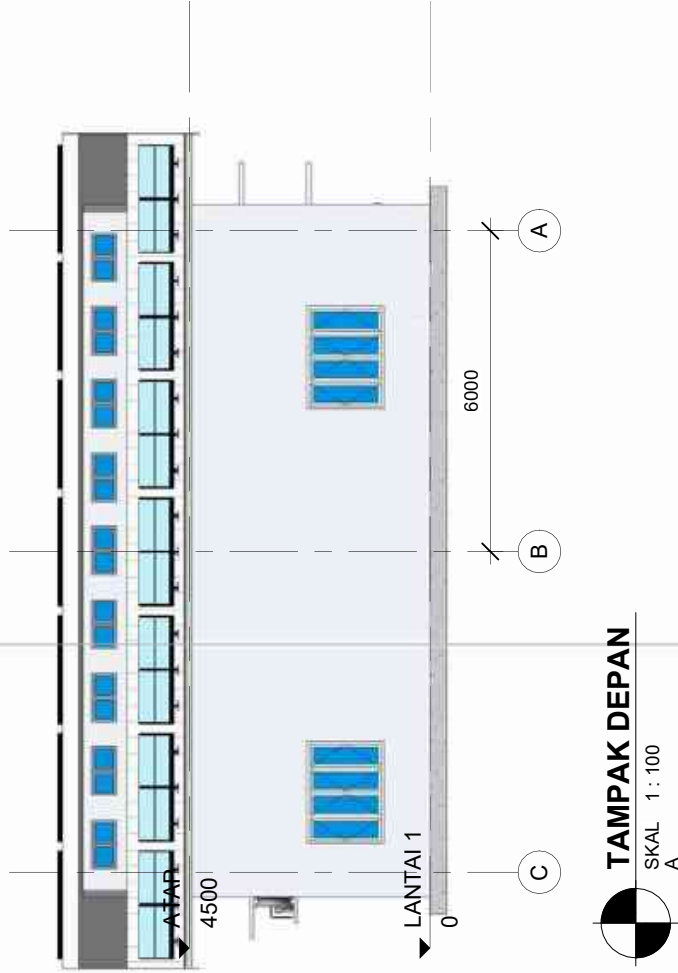


POTONGAN B-B
SKAL 1 : 100
A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Toilet 1 : 100	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 42 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	---	---	---	---



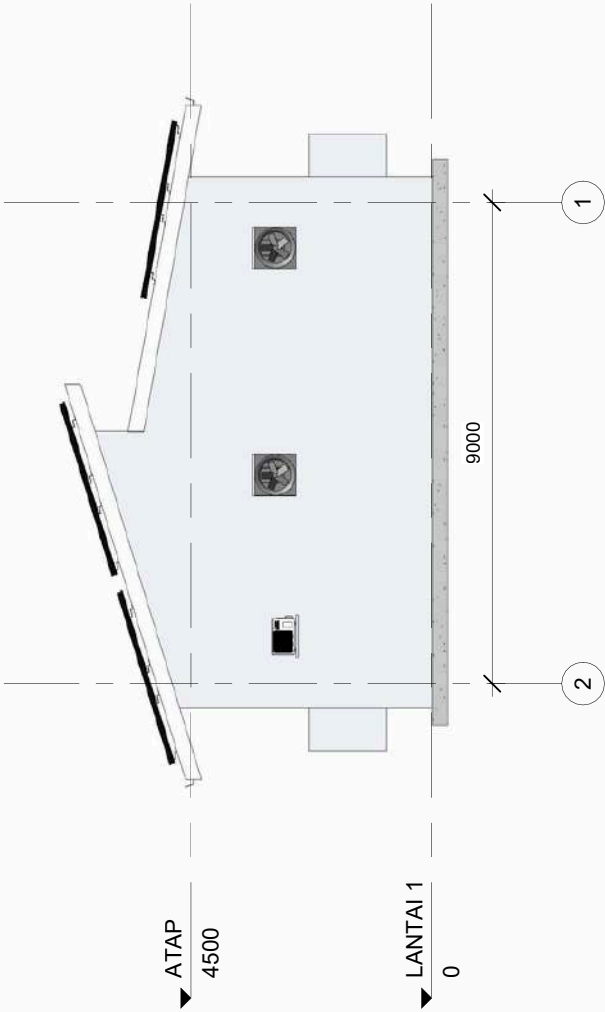




	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Ruang Servis & Gudang 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 45 Jumlah Lembar 77
---	---	---	--	---	--	--



SKAL 1 : 100



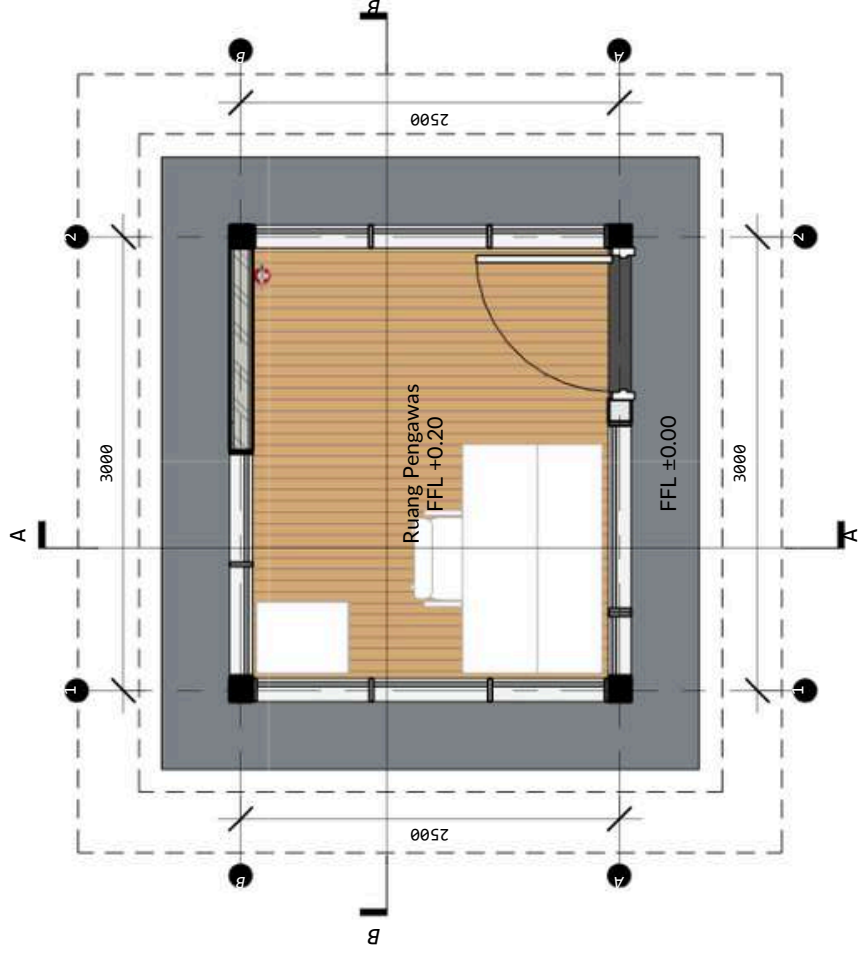
TAMPAK SAMPING KIRI
SKALA 1 : 100
A

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Ruang Servis & Gudang 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110110 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 47 Jumlah Lembar 77
---	---	---	--	--	---	---



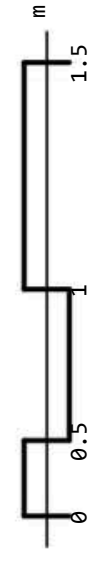


 PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU	Gambar : Ruang Servis & Gudang 1 : 100	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 2206006110110 Dosen Pembimbing 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. Dosen Pembimbing 2 : Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NOMOR HALAMAN 49 77 Jumlah Lembar
--	---	---	--	--	--

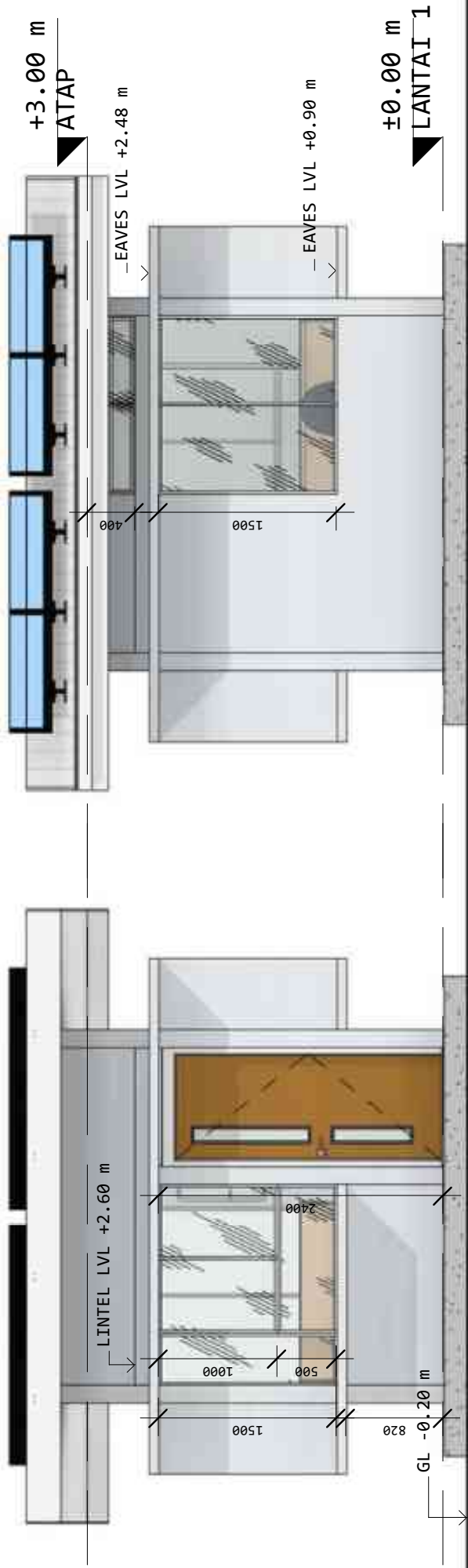


DENAH LANTAI 1

SKALA 1 : 50



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU Studio Tugan Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : POS KEAMANAN 1 : 50	NAMA MAHASISWA: ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NO. HALAMAN 50 JUNJAH LEMBAR 77
---	--	---	---	---	---	---

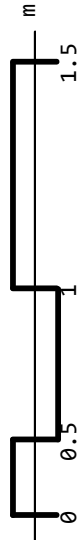


TAMPAK DEPAN

SKALA 1 : 50

TAMPAK BELAKANG

SKALA 1 : 50



PROGRAM STUDI

TEKNIK ARSITEKTUR

UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN

GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY
RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI
UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU

Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
POS KEAMANAN

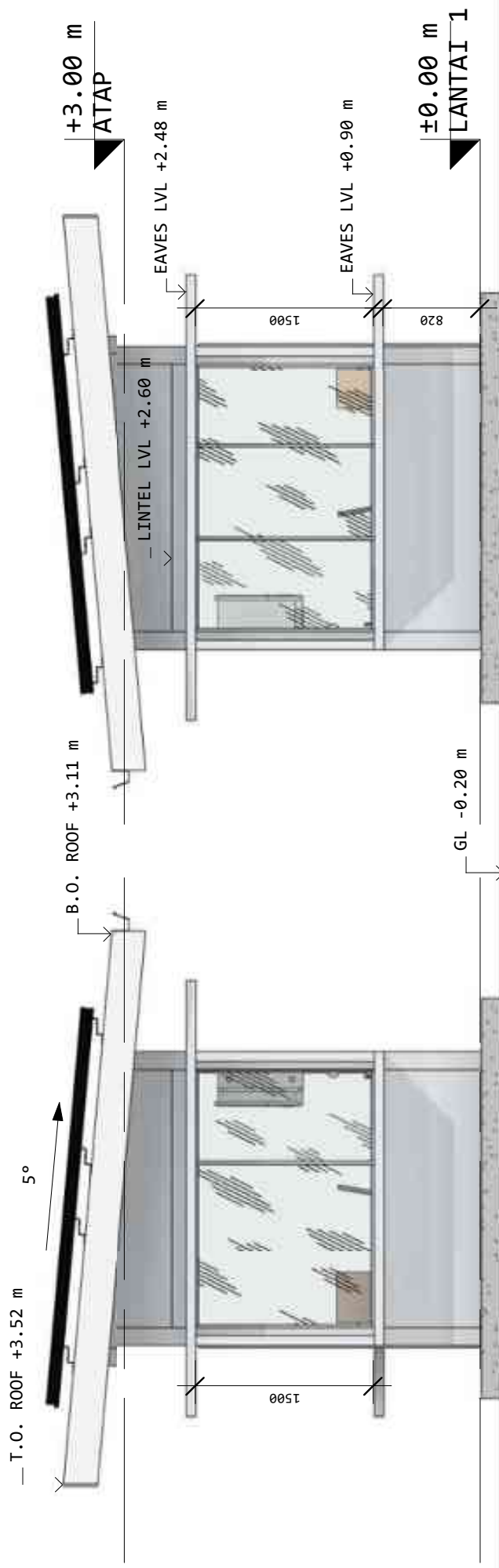
NAMA MAHASISWA:
ALIF PUTRA AULIA

NIM:
220606110064

NO. HALAMAN

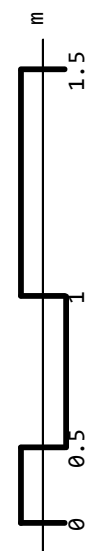
51

DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



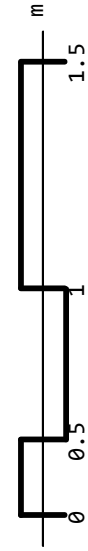
TAMPAK KANAN

SKALA 1 : 50



TAMPAK KIRI

SKALA 1 : 50



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



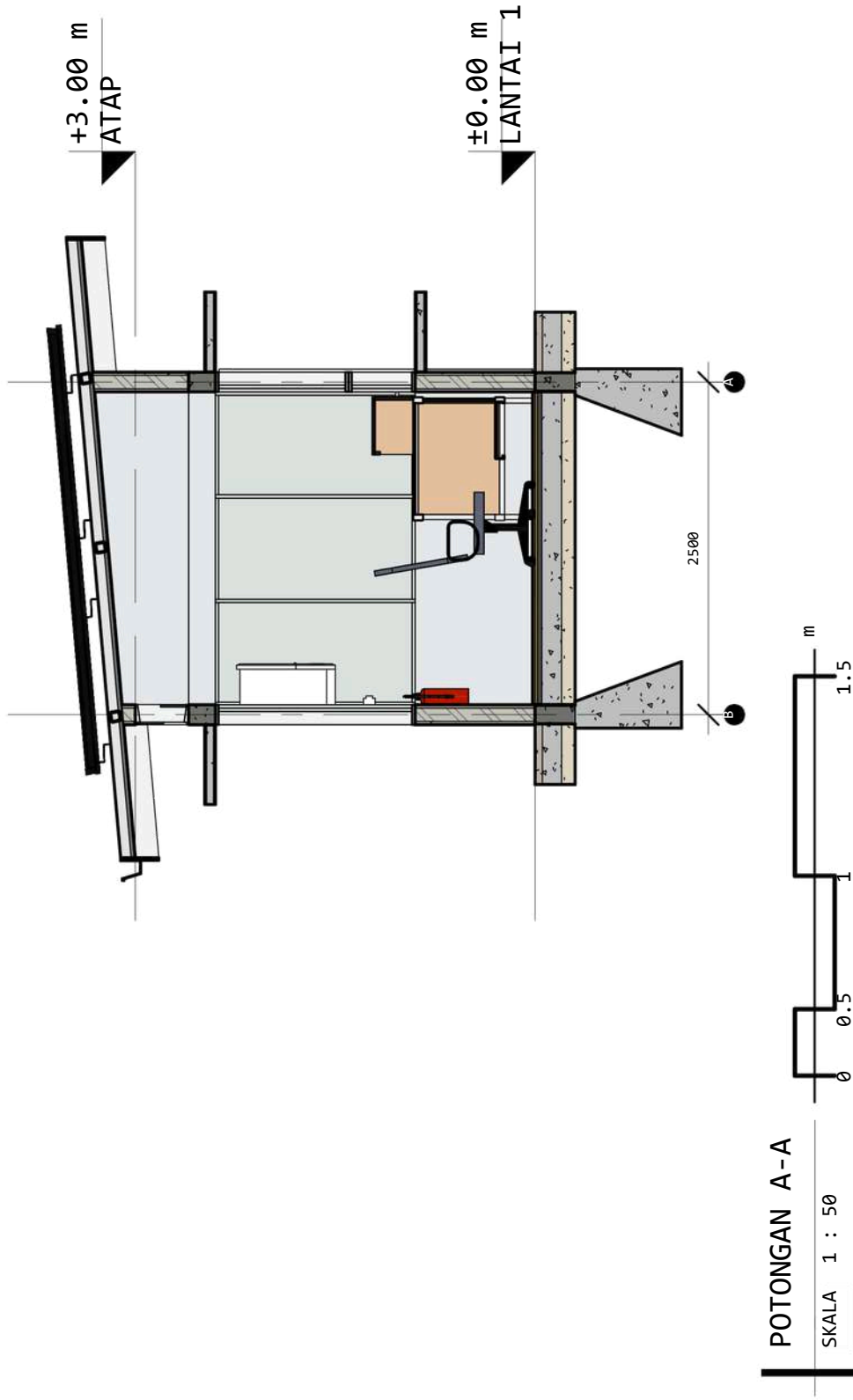
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY
RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI
UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
POS KEAMANAN

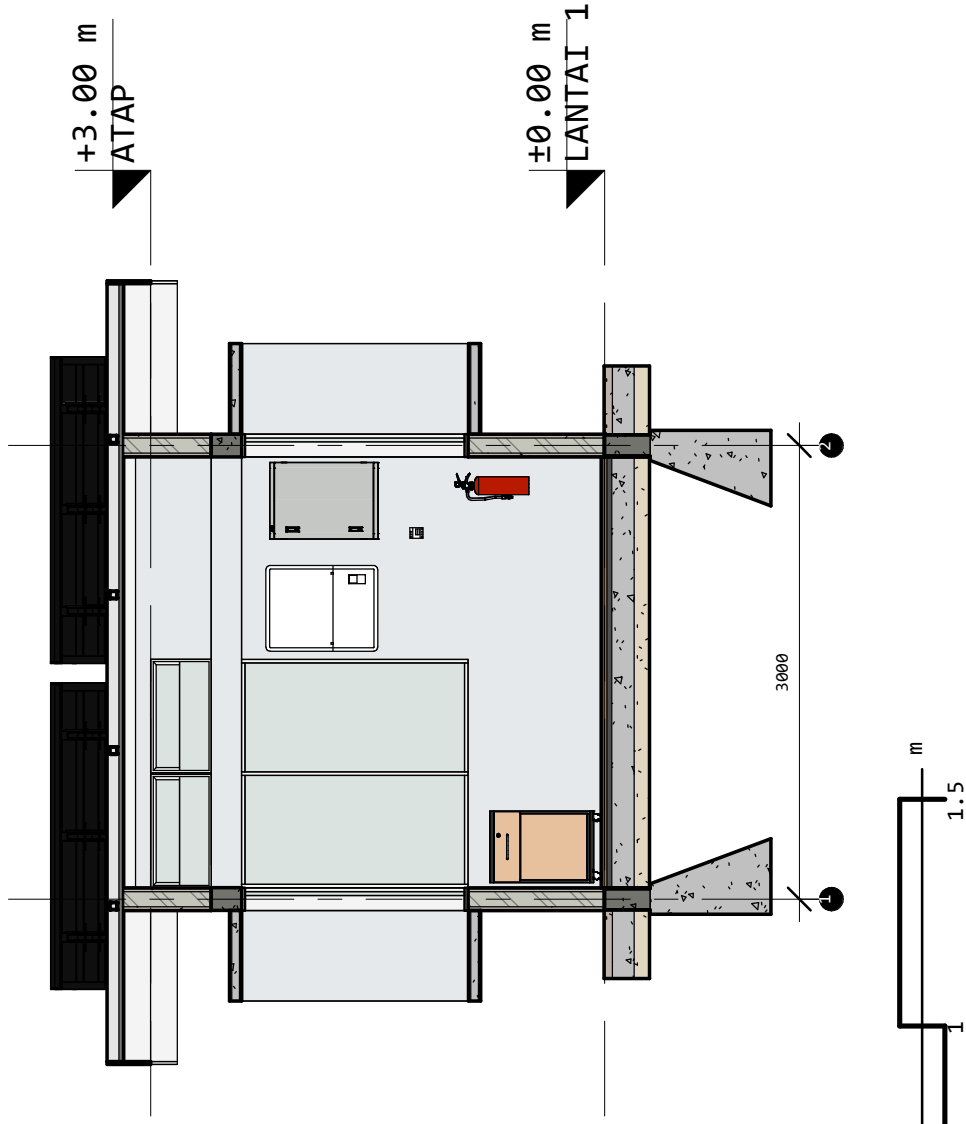
NAMA MAHASISWA:
ALIF PUTRA AULIA
NIM: **220606110064**

NO. HALAMAN
52

DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



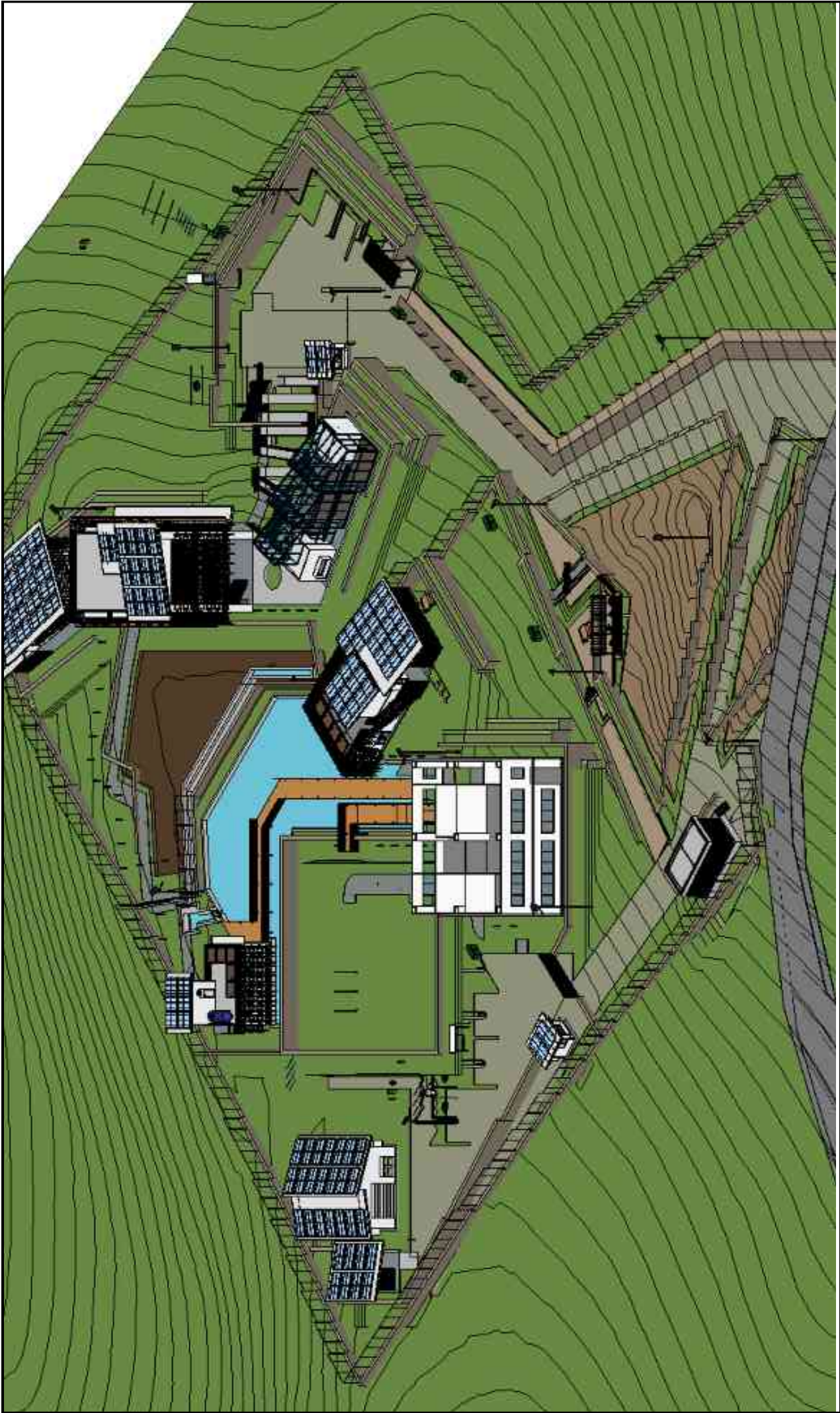
	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : POS KEAMANAN 1 : 50	NAMA MAHASISWA: ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NO. HALAMAN 53 JUNJAH LEMBAR 77
---	--	---	---	---	--	---



POTONGAN B-B

SKALA 1 : 50

	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : POS KEAMANAN 1 : 50	NAMA MAHASISWA: ALIF PUTRA AULIA NIM : 220606110064 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	NO. HALAMAN 56 JUMLAH LEMBAR 77
---	--	---	---	--	--	---



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Eksterior

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: 220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.,
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Kultur
Jaringan

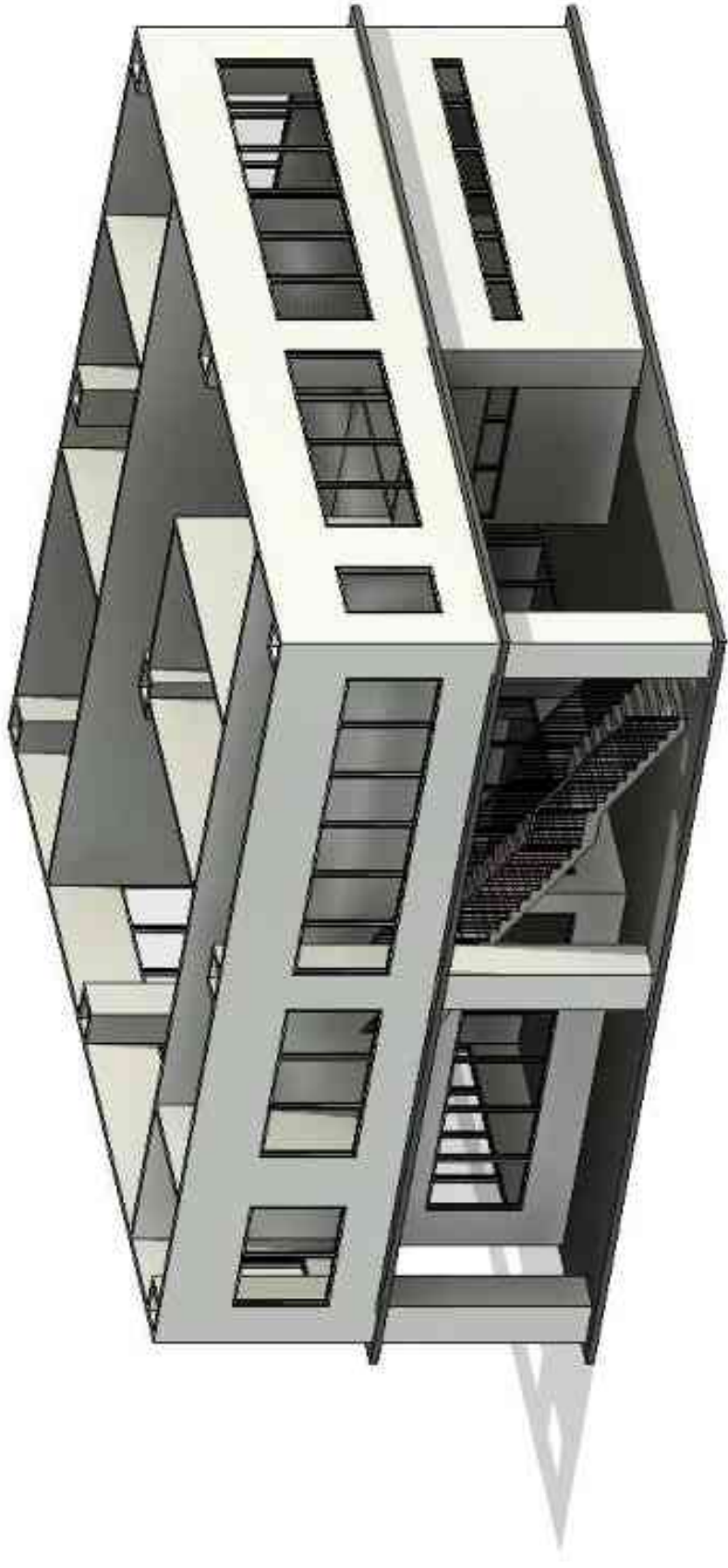
NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

59

NOMOR HALAMAN

77

JUMLAH LEMBAR



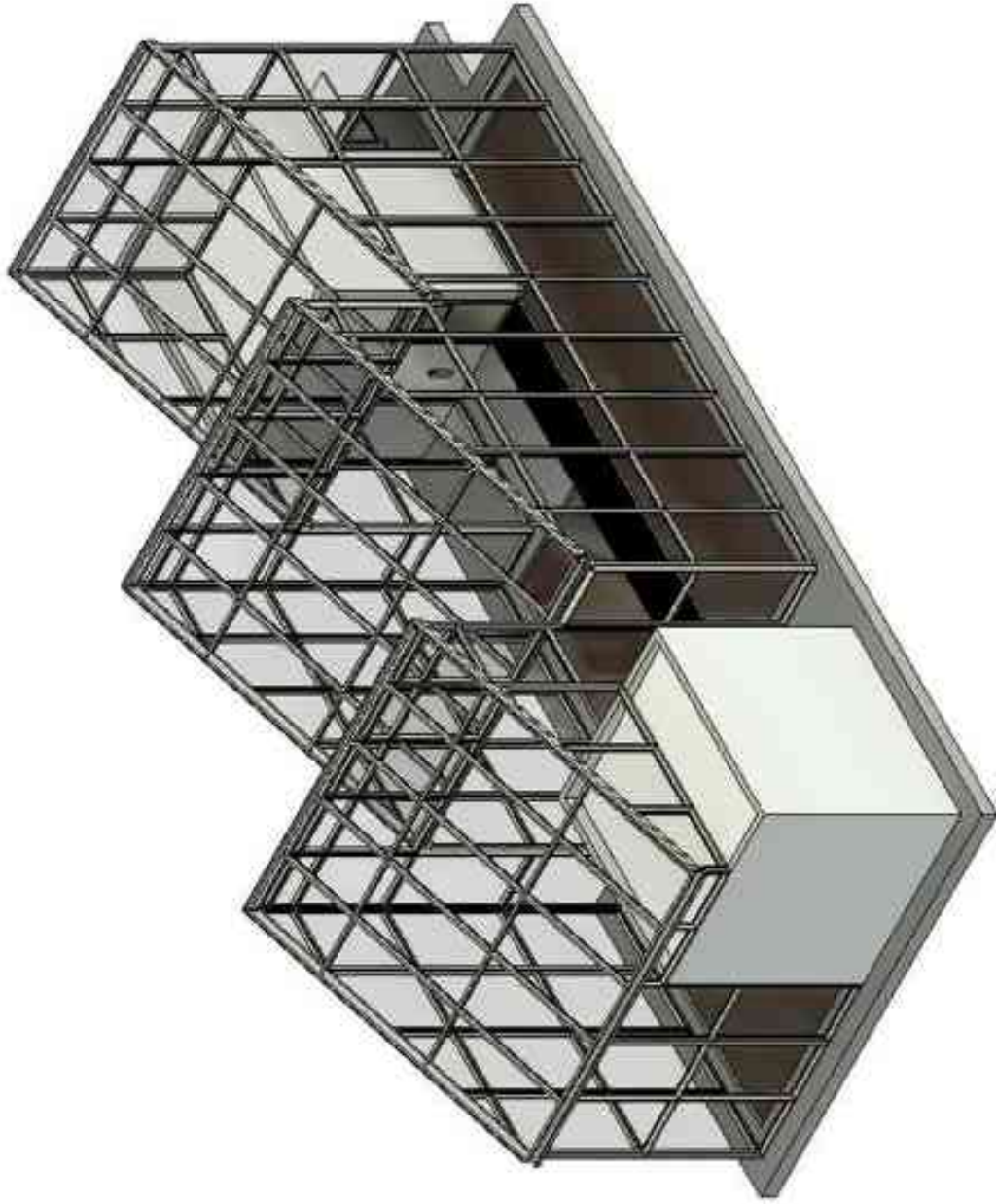
PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Kultur Jaringan

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: 220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lab. Analisis Tanah	<table><tr><td>NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA</td><td>NIM: 220606101010</td></tr><tr><td colspan="2">DOSEN PEMBIMBING 1 :ANGGA PERDANA, M.Ars.</td></tr><tr><td colspan="2">DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.</td></tr></table>	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA	NIM: 220606101010	DOSEN PEMBIMBING 1 :ANGGA PERDANA, M.Ars.		DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.		<table><tr><td>NOPOR HALAMAN</td><td>61</td><td>77</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td>JUMLAH LEMBAR</td></tr></table>	NOPOR HALAMAN	61	77			JUMLAH LEMBAR
NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA	NIM: 220606101010																	
DOSEN PEMBIMBING 1 :ANGGA PERDANA, M.Ars.																		
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.																		
NOPOR HALAMAN	61	77																
		JUMLAH LEMBAR																



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lobby

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M. Ars.,
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M. T.



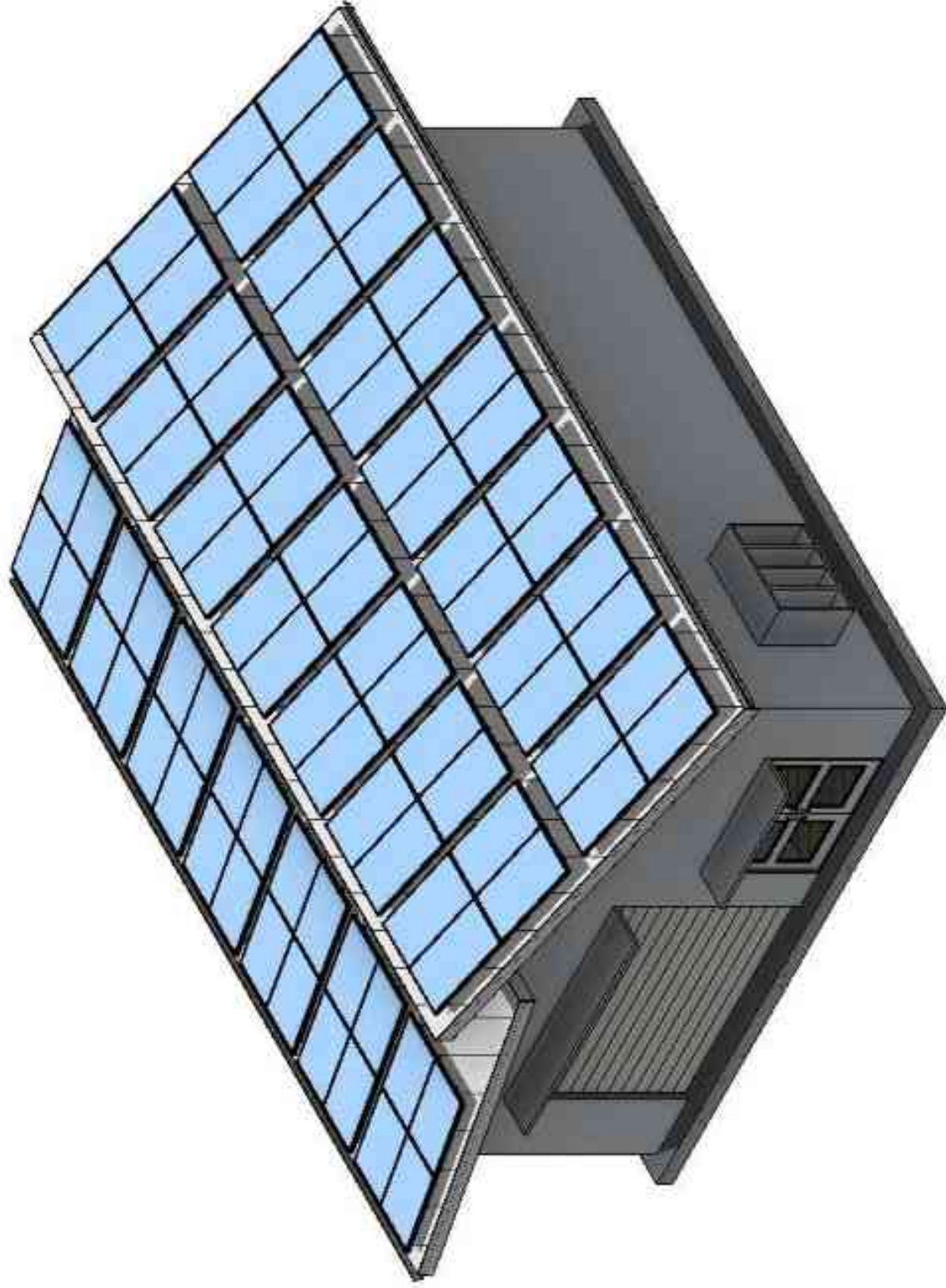
PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lobby

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ARS.,
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISET SEBAGAI UPAJA MERAWAT MARWAH ALAM KOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lab. Analisis Tanah	NAMA MAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606101010	64	77	Jumlah Lembar
					DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M. Ars. DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M. T.			



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

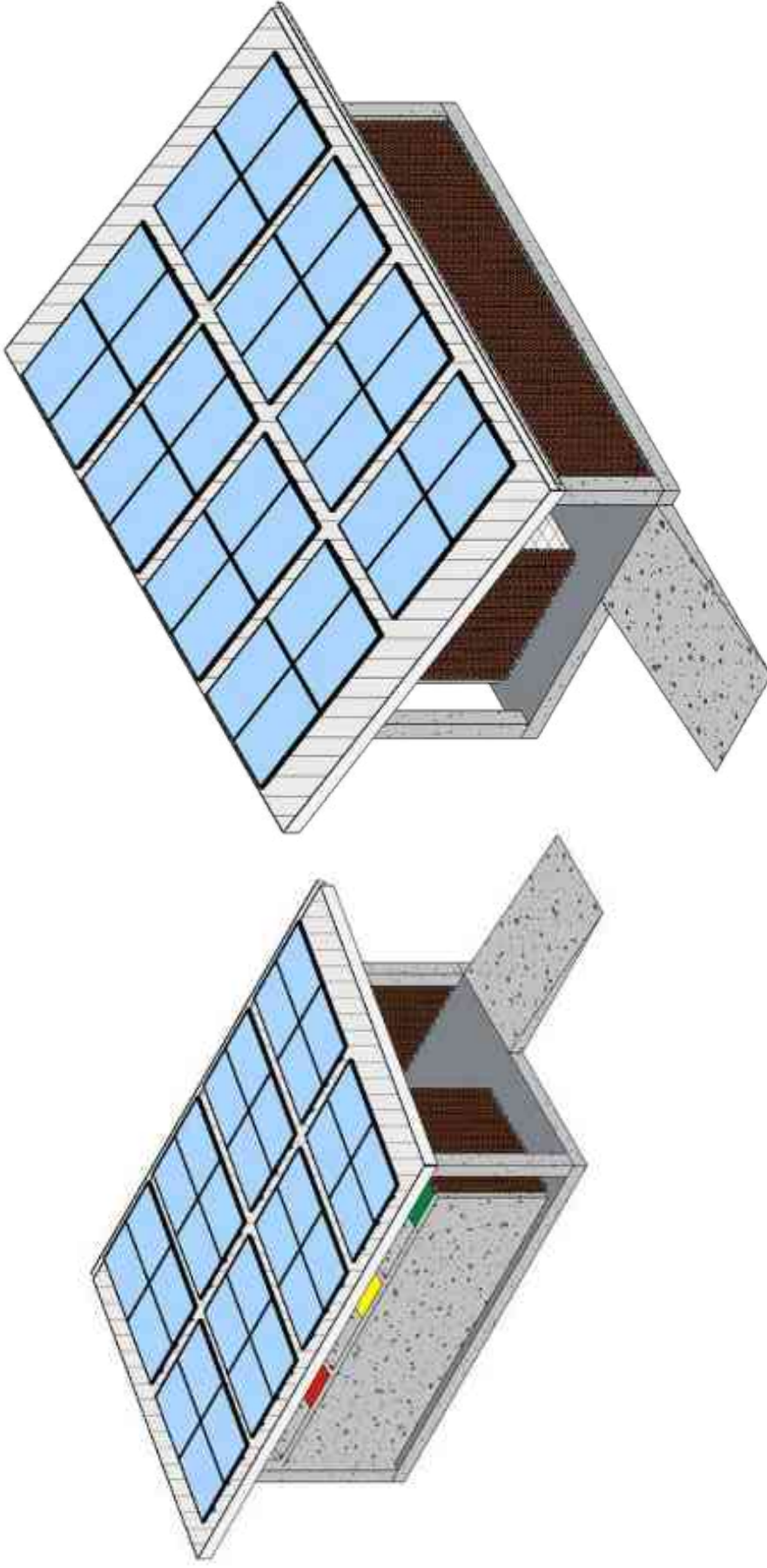
NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ARS.,
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

65

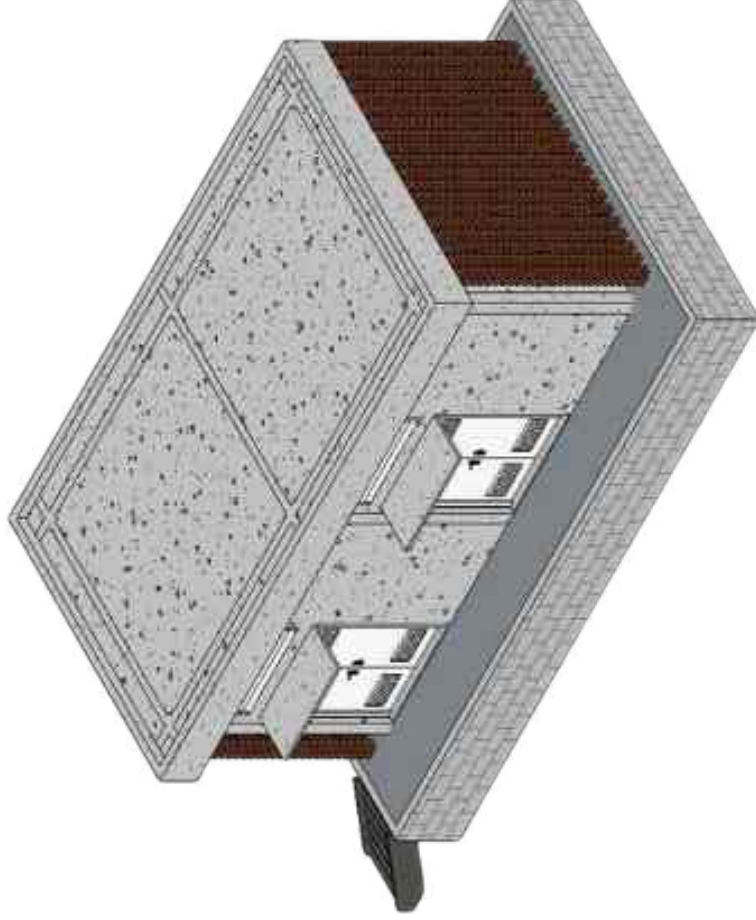
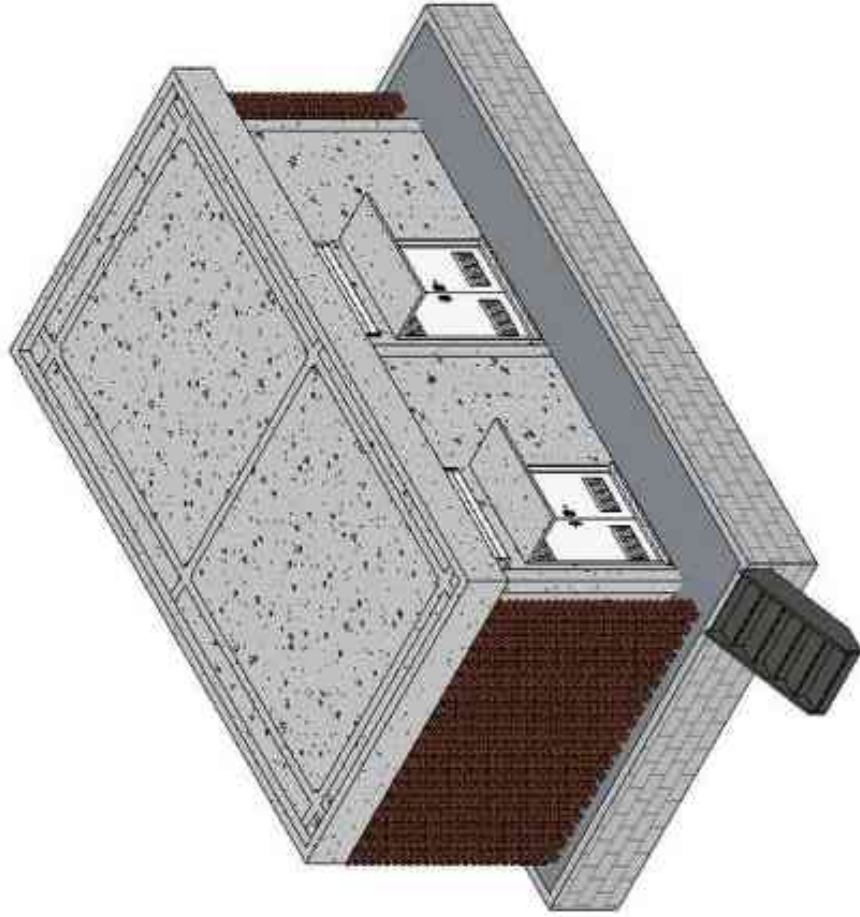
NOMOR HALAMAN

77

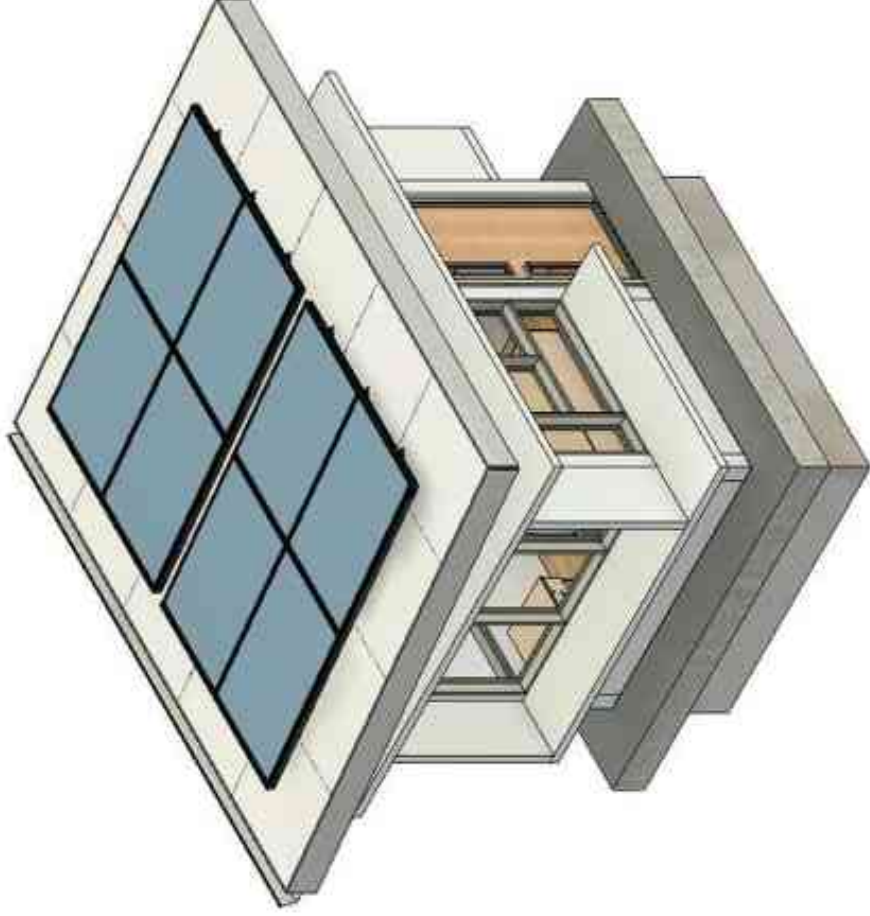
JUMLAH LEMBAR



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Servis	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606101010 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars., DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	66 77 Jumlah Lembar
---	---	---	---	----------------------------	--	------------------------------------



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Power House	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 22060G101010 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars., DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	67 77 67 JUMLAH LEMBAR
---	--	---	---	---	---	--



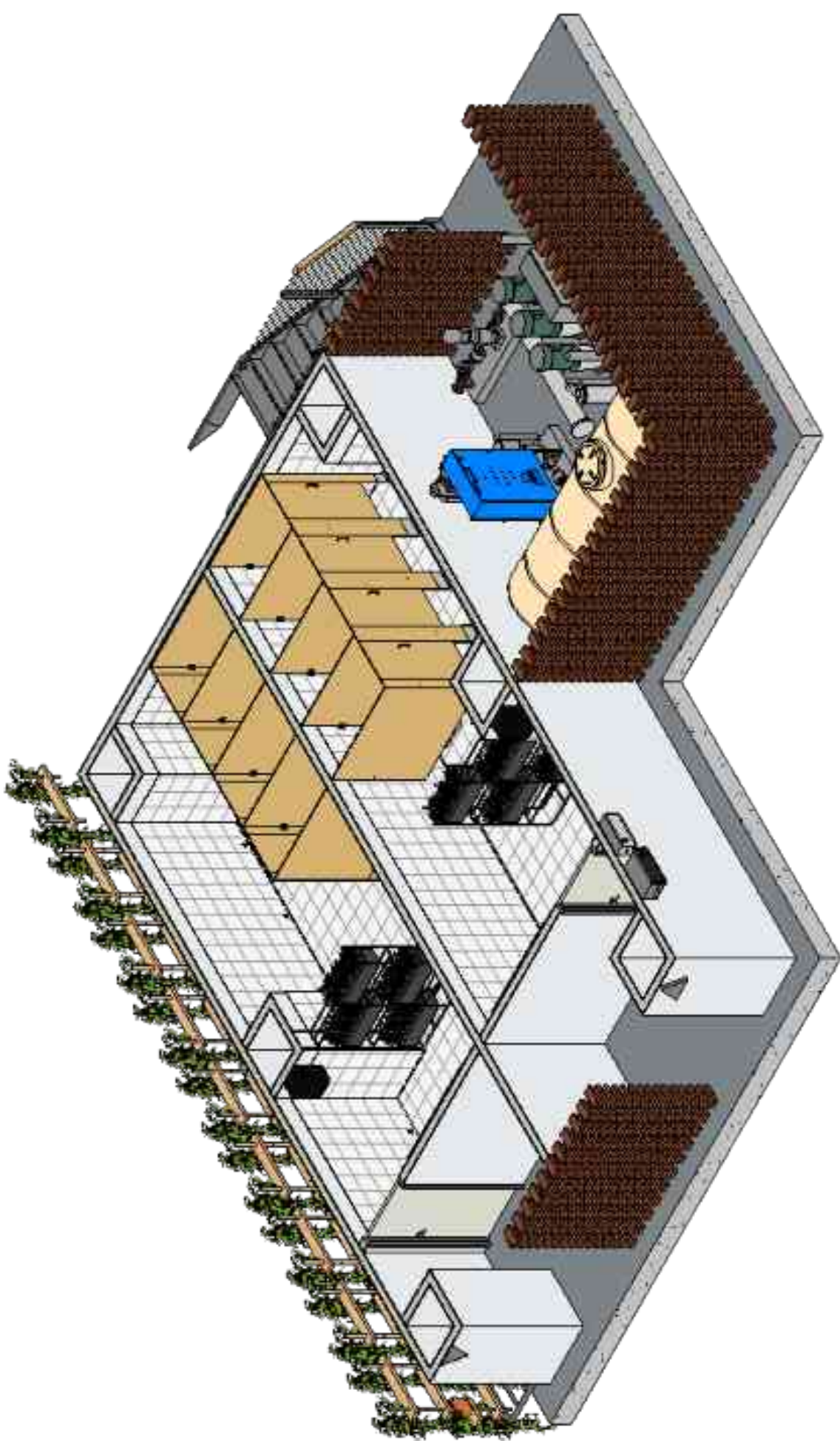
PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Pos Satpam

NAMAMAHA SISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: 220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M. Ars.,
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

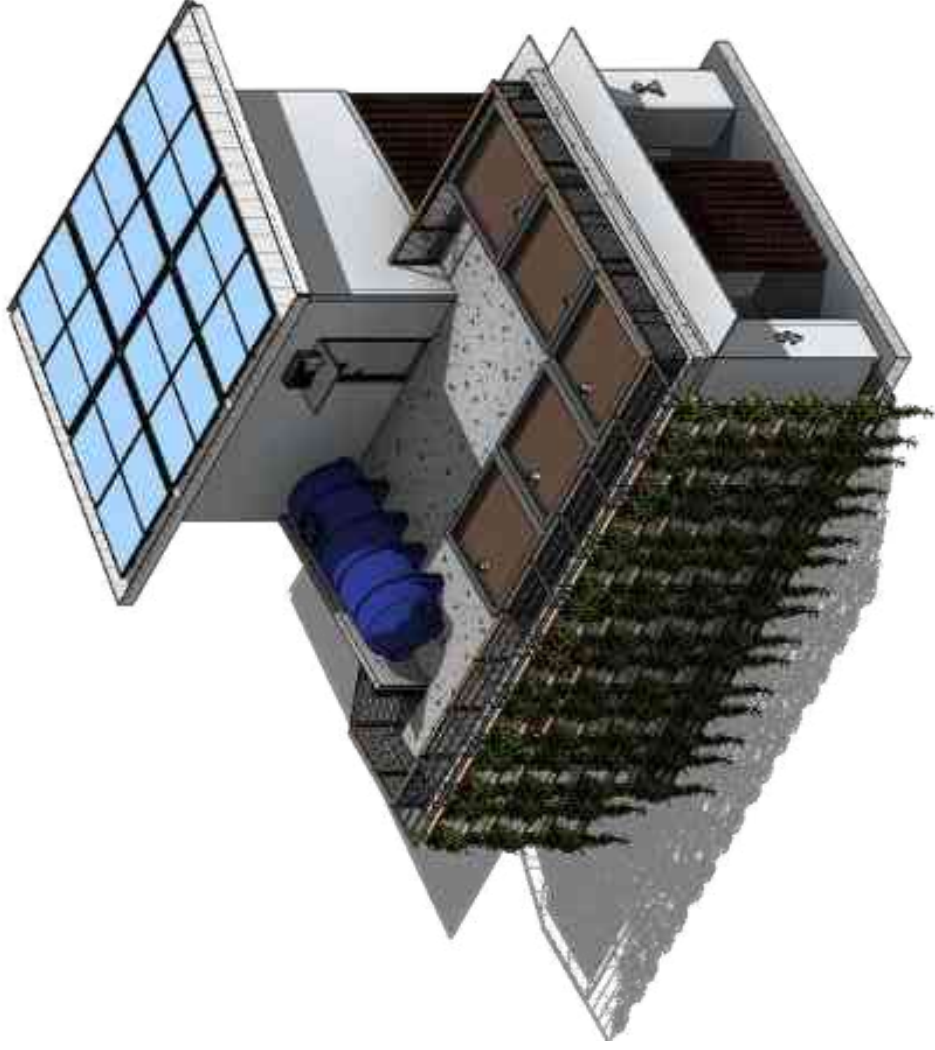
NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: 220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M. Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M. T.

69

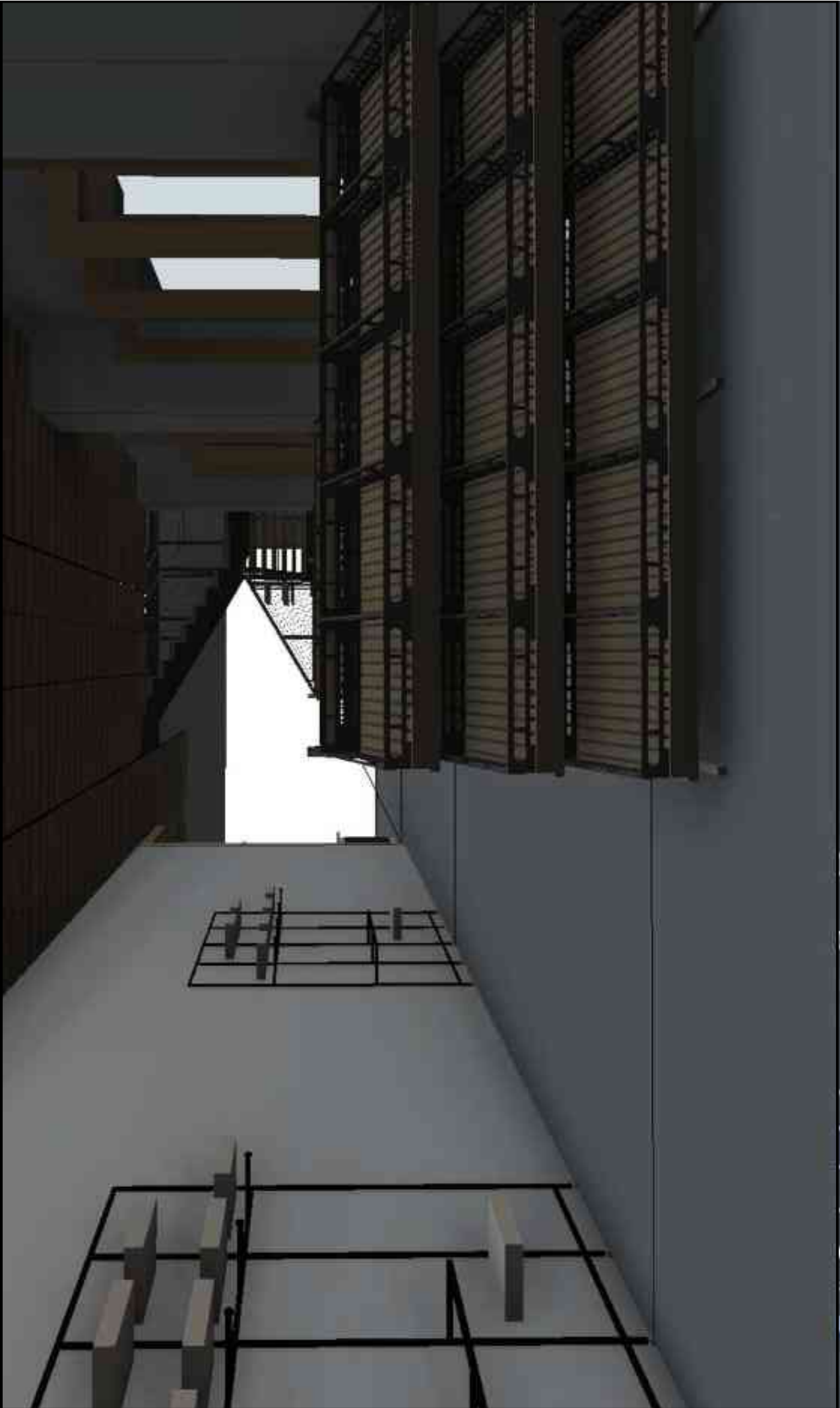
NOGOR HALAMEN

77

JUMLAH LEMBAR



	PROGRAM STUDI TEKNIK ARSITEKTUR UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG		JUDUL PERANCANGAN GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026	Gambar : Lab. Analisis Tanah	NAMAMAHASISWA : ALIF PUTRA AULIA NIM: 220606101010 DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars., DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.	70 77 Jumlah Lembar
---	---	---	--	---	--	------------------------------------



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAI PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM: 220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



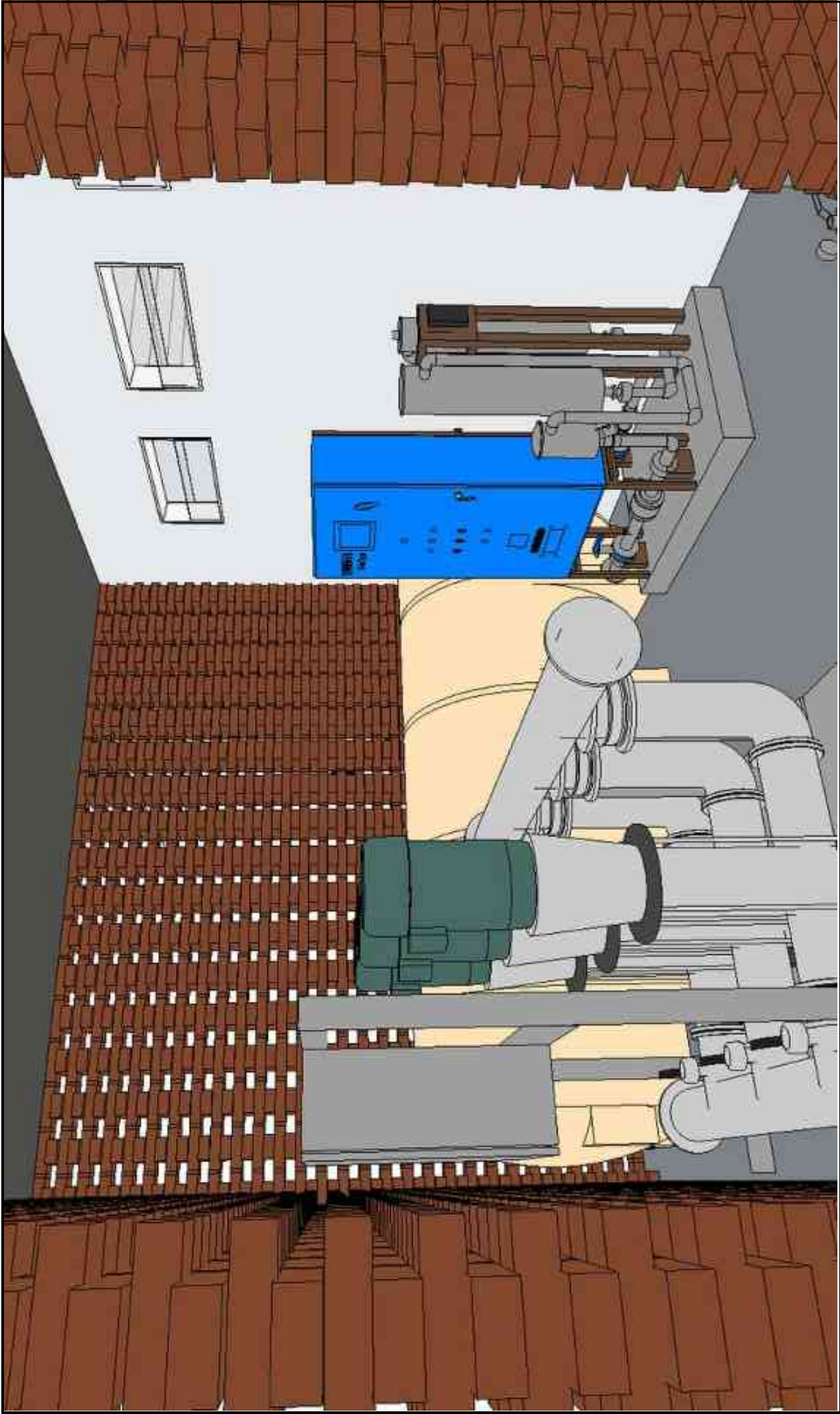
PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : **ANGGA PERDANA, M.Ars.**
DOSEN PEMBIMBING 2: **Dr. NUNIK JUNARA, M.T.**



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAI PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

JUDUL PERANCANGAN

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA

NIM:
22060G101010

DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.ARS.

DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.

NOMOR HALAMAN

73

77

JUMLAH LEMBAR



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
**GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU**
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 :**ANGGA PERDANA, M.Ars.**
DOSEN PEMBIMBING 2: **Dr. NUNIK JUNARA, M.T.**



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIUPAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
22060G101010
DOSEN PEMBIMBING 1 :ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



PROGRAM STUDI
TEKNIK ARSITEKTUR
UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG



JUDUL PERANCANGAN
GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEARCH
LABORATORY : FASILITAS RISETSEBAGAIU PAYA
MERAWAT MARWAH ALAMKOTABATU
Studio Tugas Akhir Semester Genap 2025/2026

Gambar :
Lab. Analisis Tanah

NAMAMAHASISWA :
ALIF PUTRA AULIA
NIM:
220606101010
DOSEN PEMBIMBING 1 : ANGGA PERDANA, M.Ars.
DOSEN PEMBIMBING 2: Dr. NUNIK JUNARA, M.T.



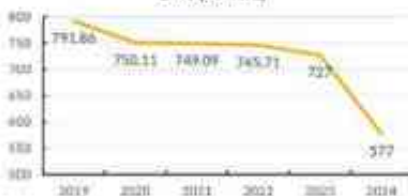
APREB

GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEACRH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU



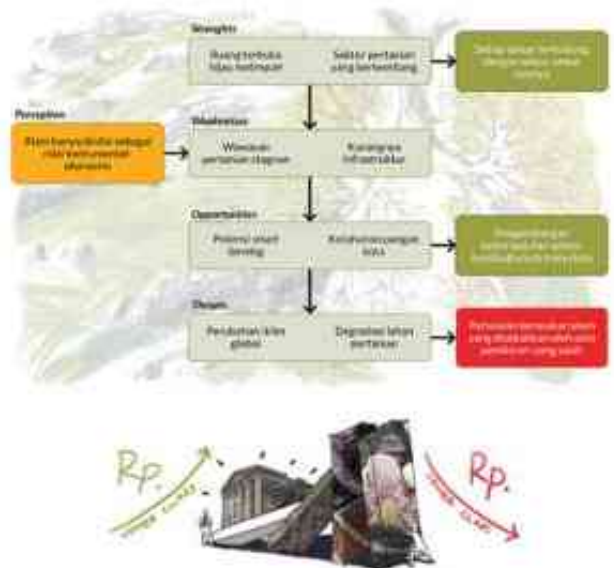
LATAR BELAKANG

Luas Lahan Panen Tanaman Pangan di Kota Batu (hektare)

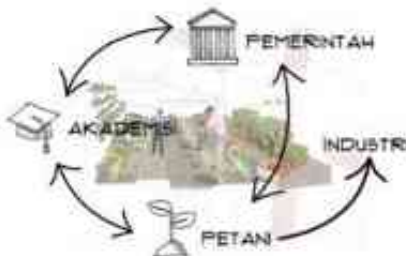


Sebagaimana paru-paru menyalurkan oksigen dan menjaga ritme kehidupan, pertanian di Kota Batu menjadi penopang aliran pangan sekaligus keseimbangan ekosistem. Ia menghubungkan tanah, air, dan energi matahari dalam satu siklus kehidupan yang saling berkesinambungan. Namun ketika lahan hanya dipandang sebagai instrumen ekonomi dan terdesak alih fungsi, "nafas" kota perlahan melemah. Krisis ekologis ini bukan sekadar kerusakan fisik, melainkan lahir dari cara pandang mekanistik yang memisahkan manusia dari alam, sehingga membuka jalan bagi konversi lahan produktif menuju fungsi-fungsi lain yang merusak keberlanjutan [1].

Perkembangan industrialisasi di kota ini baru terjadi setelah kota tersebut ditetapkan sebagai pemerintah kota pada tahun 2001, berbeda dengan kota-kota besar seperti Jakarta, Semarang, dan Surabaya, yang telah mengalami modernisasi dan industrialisasi sejak abad ke-19 [2]. Gelombang industrialisasi saat ini di Kota Batu telah membebaskan **komersial** bahan produktif yang digunakan untuk produksi pangan menjadi lahan pariwisata, yang telah meruntuhkan lingkungan.



PENGGUNA & FUNGSI



Tata kelola laboratorium riset pertanian dalam proyek ini dikategorikan sebagai *government laboratory*, yakni unit di bawah otoritas lembaga pemerintah yang berorientasi pada kepentingan publik [20]. Posisinya sebagai fasilitas pelayanan publik, riset terapan berbasis kebutuhan daerah, peningkatan kapasitas, serta dukungan teknis terhadap kebijakan.

Bioteknologi adalah pemanfaatan proses seluler dan biomolekuler untuk memecahkan masalah atau menghasilkan produk berguna [21]. Secara operasional, bioteknologi menggabungkan berbagai teknologi untuk memanfaatkan kemampuan sel dan molekul biologis untuk tujuan praktis [21]. Jadi, laboratorium bioteknologi berperan sebagai fasilitas utama dalam penerapan dan pengembangan bioteknologi, tempat berbagai proses eksperimental dilakukan secara terkontrol untuk mempelajari, memodifikasi, dan memanfaatkan sistem biologis.



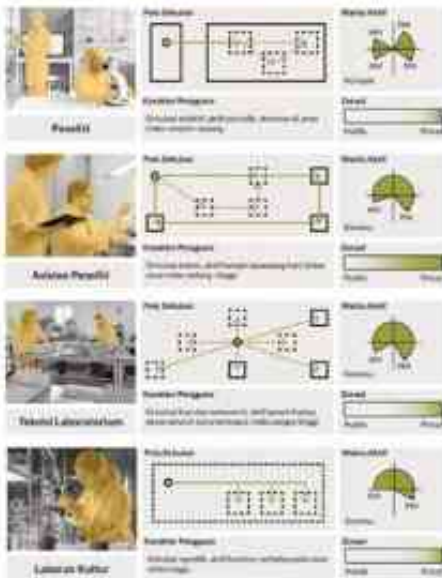


Green architecture adalah pendekatan desain dengan upaya terencana untuk mengubah suatu bangunan dalam tahap dengan cara menambah vegetasi, meningkatkan kualitas lingkungan, dan membangun struktur yang mampu mengoptimalkan ekosistem pada area tersebut [44]. Bangunan hijau adalah bangunan yang tidak hanya memenuhi persyaratan teknis gedung, tetapi juga menunjukkan kinerja terukur dalam efisiensi air, energi, dan sumber daya lain melalui penerapan prinsip ramah lingkungan [45]. Implementasi konsep ini menggunakan bahwa perubahan perilaku dan pemanfaatan teknologi pada bangunan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mereduksi dampak pemanasan global.

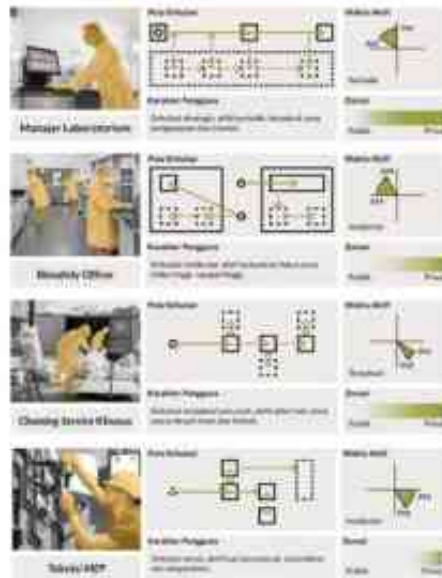
PRINSIP DESAIN



PENGUNA UTAMA



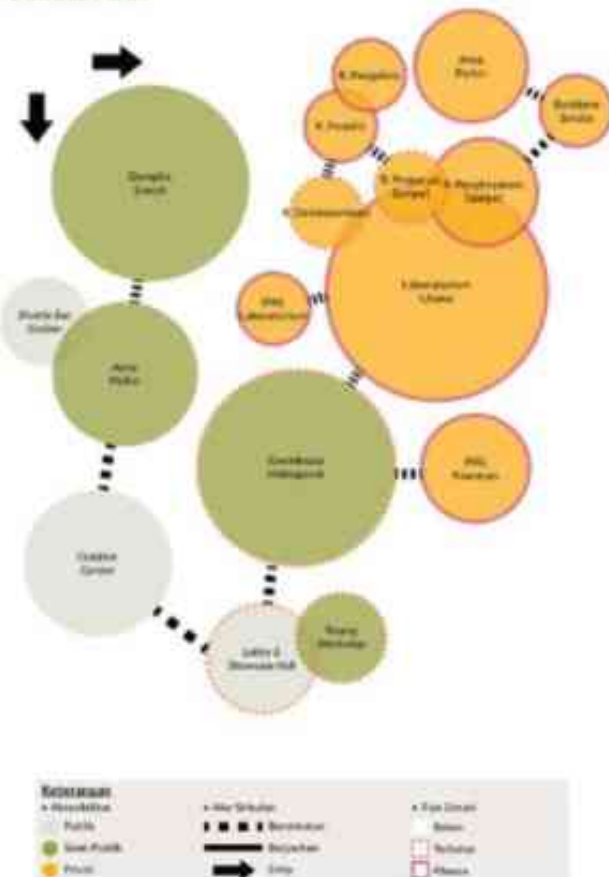
PENGUNA PENDUKUNG



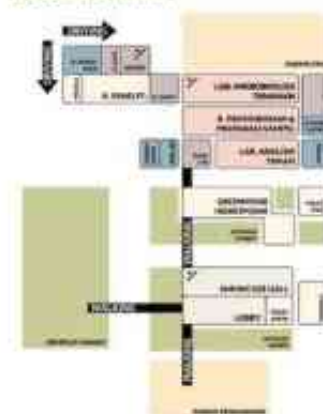
PENGUNA INSIDENTAL



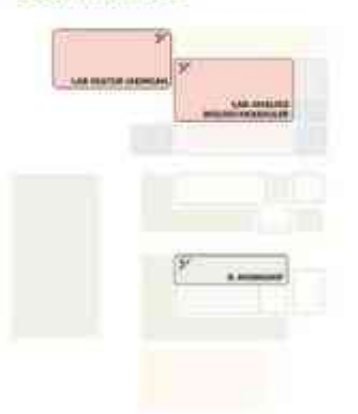
BUBBLE PLAN



BLOK PLAN LT. 1



BLOK PLAN LT. 2





Rancangan tapak Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory dikembangkan sebagai kawasan riset terpadu yang mengintegrasikan aktivitas penelitian, edukasi, konservasi, dan interaksi dengan lingkungan alam dalam satu sistem kawasan yang berkelanjutan. Perancangan tidak hanya berfokus pada penempatan massa bangunan, tetapi juga mengoptimalkan potensi tapak sebagai media pembelajaran sekaligus ruang produktif yang mendukung pengembangan bioteknologi pertanian. Melalui pendekatan tersebut, hubungan antara bangunan, lanskap, dan aktivitas pengguna dapat berlangsung secara harmonis tanpa mengurangi kualitas lingkungan eksisting.

HASIL RANCANGAN BENTUK



Hasil rancangan bentuk Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory diwujudkan sebagai representasi bangunan riset yang adaptif terhadap kondisi lingkungan sekaligus mampu mendukung aktivitas penelitian, edukasi, dan kolaborasi. Pembentukan massa bangunan diawali melalui analisis terhadap orientasi matahari, arah angin, kondisi topografi, serta potensi visual tapak sehingga menghasilkan bentuk yang responsif terhadap karakter alam Kota Batu.



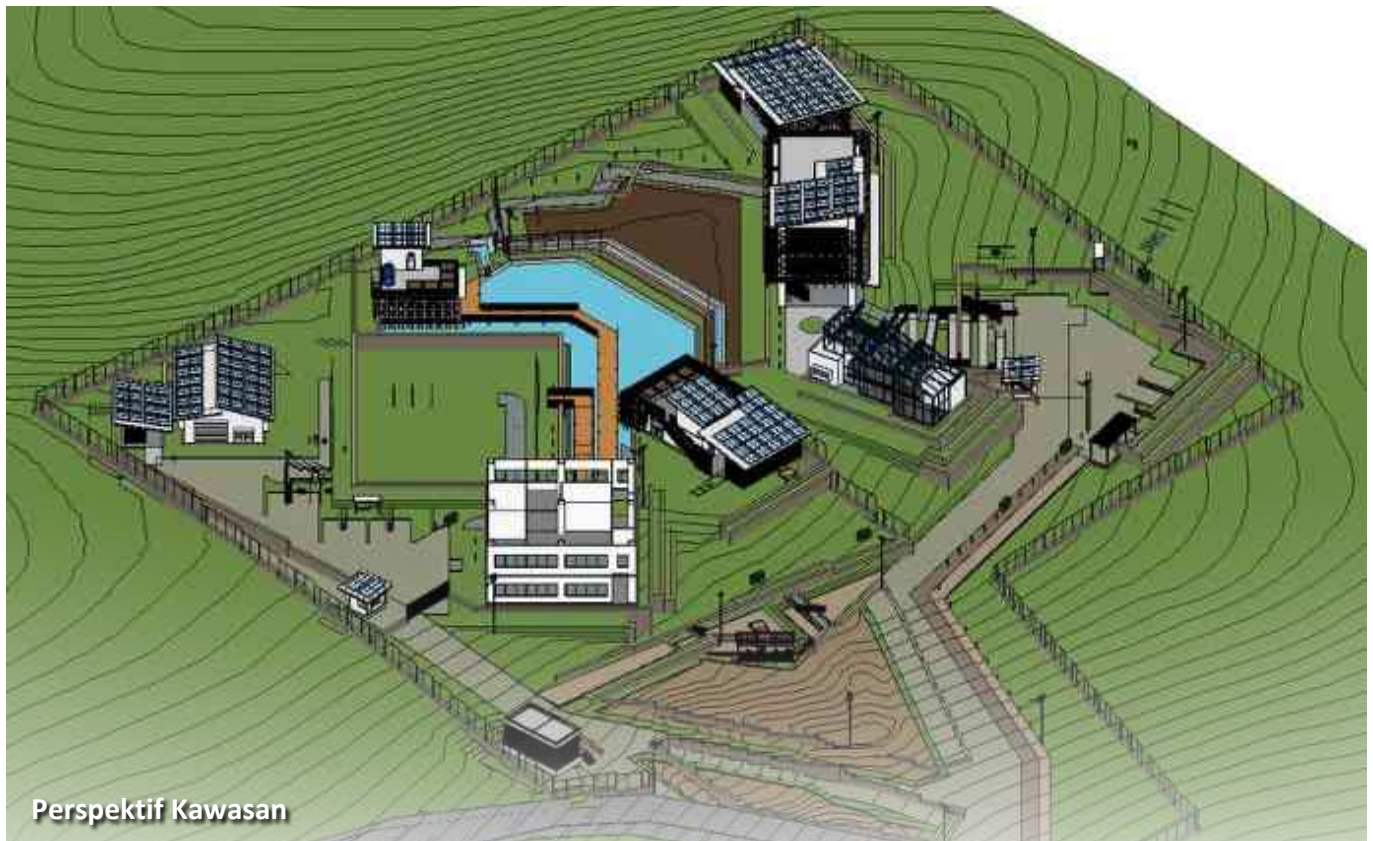
Majalah Rancangan

GREEN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY RESEACRH LABORATORY: FASILITAS RISET SEBAGAI UPAYA MERAWAT MARWAH ALAM KOTA BATU

Nama	: Alif Putra Aulia
Pembimbing 1	: Angga Perdana, M.Ars.
Pembimbing 2	: Dr. Nunik Junara, M.T.
Tipologi Bangunan	: Laboratorium
Lokasi	: Sumber Brantas,Kec. Bumiaji, Kota Batu, Jawa Timur
Luas Tapak	: 15.717 m ²

Perkembangan sektor pertanian saat ini sedang menghadapi berbagai tantangan akibat degradasi lingkungan, perubahan iklim, serta adanya kebutuhan terhadap inovasi teknologi yang semakin hari semakin meningkat. Kota Batu sebagai salah satu sentra pertanian di Jawa Timur memerlukan fasilitas penelitian yang mampu mengintegrasikan kegiatan riset, edukasi, serta pengembangan teknologi pertanian dalam satu kawasan yang terpadu dan berkelanjutan.

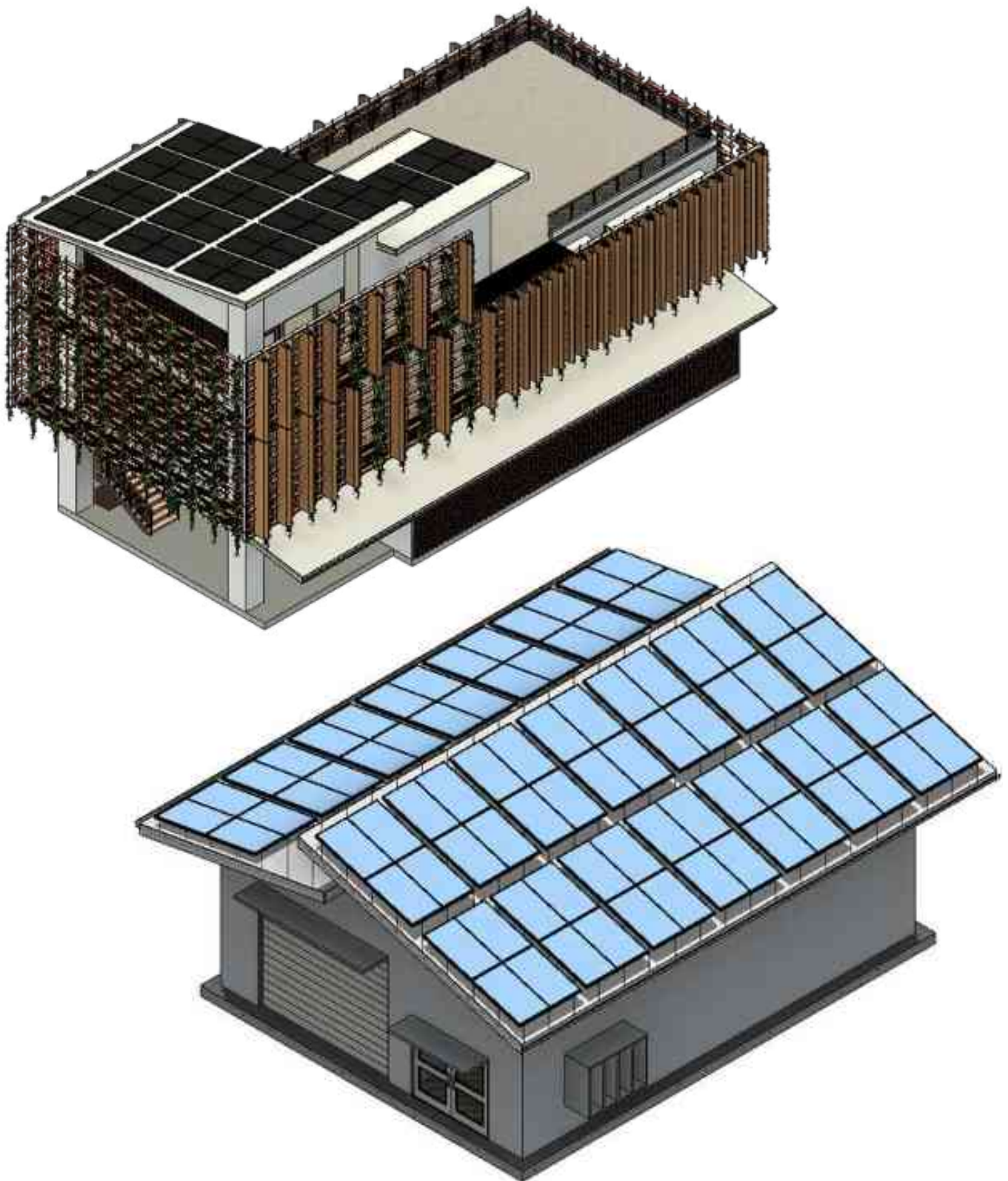
Green Agricultural Biotechnology Research Laboratory dirancang sebagai pusat penelitian yang mana selain mendukung pengembangan bioteknologi pertanian, juga berperan dalam menjaga kualitas lingkungan. Kawasan dirancang sebagai living green laboratory yang menghubungkan aktivitas penelitian dengan lanskap pertanian melalui pendekatan *Green Architecture* sehingga tercipta hubungan yang harmonis antara bangunan, pengguna, dan alam.



Perspektif Kawasan

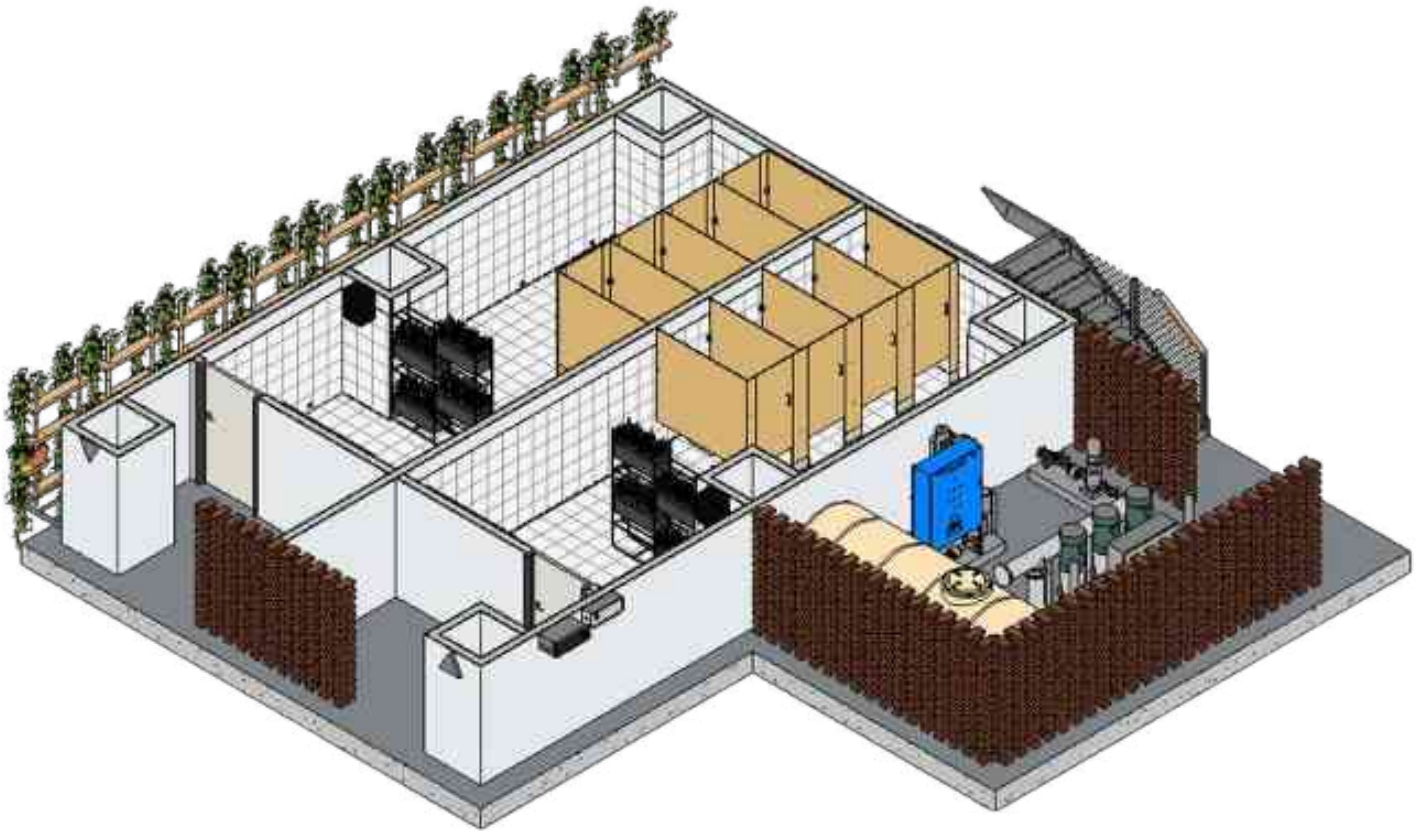
Konsep keislaman diterapkan melalui prinsip *khalifah fil ardh* yang menempatkan manusia sebagai penjaga dan pengelola alam secara bertanggung jawab. Perancangan laboratorium ini berorientasi pada pengembangan ilmu pengetahuan, serta pada upaya menjaga keseimbangan lingkungan sebagai bentuk amanah terhadap ciptaan Allah SWT. Penerapan ini diwujudkan melalui pengelolaan sumber daya yang efisien, pemanfaatan energi terbarukan, serta sistem pengolahan limbah yang ramah lingkungan.

Selain itu, nilai keislaman diwujudkan melalui prinsip kemaslahatan, yaitu menghadirkan fasilitas yang memberikan manfaat bagi masyarakat, akademisi, dan juga dari sektor pertanian. Pada kawasan laboratorium ini dimaksudkan untuk menjadi wadah beberapa aktivitas seperti penelitian, edukasi, dan kolaborasi yang mendukung peningkatan kualitas pertanian berkelanjutan sekaligus menjaga kelestarian alam Kota Batu untuk generasi mendatang.



Konsep ruang dikembangkan berdasarkan kebutuhan fungsional laboratorium dengan membagi kawasan ke dalam zona publik, semi publik, dan privat. Area publik seperti lobby, ruang informasi, ruang pameran, dan ruang edukasi ditempatkan pada bagian yang mudah diakses pengunjung. Sementara itu, laboratorium penelitian dan ruang penyimpanan sampel ditempatkan pada area yang lebih privat untuk menjaga keamanan dan kualitas penelitian.

Massa bangunan dibentuk berdasarkan analisis orientasi matahari, arah angin, dan kondisi topografi tapak. Bentuk bangunan memanjang pada arah timur barat untuk mengurangi paparan panas berlebih, sementara bukaan dan koridor visual dirancang untuk memperkuat hubungan antara ruang penelitian dengan lanskap pertanian di sekitarnya. Pendekatan ini menghasilkan bangunan yang lebih adaptif terhadap iklim sekaligus memberikan kenyamanan bagi pengguna.





Maket Rancangan

