

BAB II

KAJIAN TEORI

2.1. Tinjauan Integrated Farming

2.1.1 Pengertian *Integrated*

Integrated secara etimologi berasal dari kata "*integrate*" yang berarti menggabungkan atau menyatukan berbagai bagian yang terpisah menjadi suatu kesatuan yang utuh dan harmonis (Merriam-Webster, 2024). Dalam konteks arsitektur dan pertanian, *integrated* merujuk pada pendekatan holistik yang menggabungkan berbagai elemen atau sistem yang berbeda untuk bekerja secara sinergis dan saling mendukung dalam mencapai tujuan bersama.

Menurut *Merriam-Webster Dictionary*, *Integrated* didefinisikan sebagai "pengendalian terpadu atas semua aspek produksi mulai dari bahan baku hingga distribusi produk jadi" atau ditandai dengan kontrol terpadu dari semua aspek produksi mulai dari bahan baku hingga distribusi produk jadi. Dalam konteks yang lebih luas, *integrated* mengacu pada sistem yang memiliki berbagai bagian yang bekerja sama secara harmonis dan saling melengkapi untuk menciptakan suatu keseluruhan yang lebih efektif daripada jumlah bagian-bagiannya.

2.1.2 Pengertian *Farming*

Farming atau pertanian merupakan kegiatan manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam hayati melalui budidaya tanaman dan pemeliharaan hewan untuk memenuhi kebutuhan pangan, sandang, papan, dan kebutuhan lainnya. *Farming* mencakup seluruh rangkaian kegiatan produksi pertanian mulai dari persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, panen, hingga pasca panen (Suwardike dkk., 2024).

Dalam konteks yang lebih komprehensif, *farming* tidak hanya terbatas pada budidaya tanaman pangan, tetapi juga mencakup peternakan, perikanan, perkebunan, dan kehutanan. Kegiatan *farming* melibatkan interaksi kompleks antara manusia, tanaman, hewan, tanah, air, dan faktor lingkungan lainnya untuk menghasilkan produk pertanian yang berkelanjutan.

2.1.3 Pengertian Integrated Farming

Integrated Farming atau sistem pertanian terpadu merupakan sistem pertanian dengan memanfaatkan keterkaitan antara tanaman (perkebunan/pangan/hortikultura) serta ternak dan perikanan untuk mendapatkan agroekosistem yang mendukung produksi pertanian, peningkatan ekonomi dan pelestarian sumberdaya alam (Nurcholis & Supangkat, 2011; Sri Utami & Khairunnisa Rangkuti, 2021). (Lihat Pada Gambar 2.1). Sistem ini mengintegrasikan kegiatan sub sektor pertanian, tanaman, ternak, ikan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sumber daya (lahan, manusia, dan faktor tumbuh lainnya), yang mendukung produksi pertanian, peningkatan ekonomi dan pelestarian sumberdaya alam, serta kemandirian dan kesejahteraan petani secara berkelanjutan. "Penerapan sistem pertanian terpadu pada dasarnya adalah mengoptimalkan pemanfaatan seluruh potensi sumber daya yang ada sehingga output dari salah satu budidaya menjadi input kultur lainnya" (Sri Utami & Khairunnisa Rangkuti, 2021).



Gambar 2. 1 Ilustrasi Integrasi Komponen Utama Pertanian Terpadu

Sumber: Arimbawa dalam Asmawati & Marwanti, 2022

Sistem pertanian terpadu (*Integrated Farming System*) dirancang untuk meningkatkan kesejahteraan dengan mewujudkan empat pilar utama, yang dikenal sebagai 4F:

- a) Food (Pangan): Sistem ini bertujuan untuk menyediakan beragam sumber pangan secara lebih lengkap, mencakup hasil bumi utama seperti beras dan sayuran, serta sumber protein hewani berupa daging dan ikan.

- b) Feed (Pakan): Pemanfaatan limbah atau produk sampingan dari hasil pertanian—seperti dedak atau bungkil jagung—dimaksimalkan dengan cara mengolahnya kembali menjadi konsentrat pakan berkualitas tinggi untuk kebutuhan ternak dan perikanan.
 - c) Fuel (Bahan Bakar): Kotoran ternak dalam sistem ini diubah menjadi sumber energi terbarukan. Dengan mengolahnya menjadi biogas, kebutuhan bahan bakar rumah tangga seperti untuk memasak dapat terpenuhi secara mandiri.
 - d) Fertilizer (Pupuk): Limbah organik dari sistem terpadu—termasuk kotoran hewan dan sisa-sisa pembusukan bahan organik lainnya—diolah secara efektif menjadi pupuk organik, baik dalam bentuk cair maupun padat, yang bermanfaat untuk menyuburkan lahan pertanian.
- (Zakariah dkk. (2019))

Menurut definisi yang dikembangkan oleh *Agricultural Training Institute* (ATI), *Integrated Farming System* (IFS) adalah "Subsistem dari sistem pemanfaatan lahan tingkat tinggi seperti desa atau daerah aliran sungai yang mencakup produksi tanaman pangan, peternakan, perikanan, peternakan unggas, peternakan lebah, dll. di lahan pertanian tertentu dengan tujuan untuk mencapai profitabilitas yang lebih tinggi tanpa mengubah keseimbangan ekologi dan sosial-ekonomi di satu sisi, dan untuk memenuhi tujuan nasional di sisi lain." Sistem pertanian terpadu menekankan integrasi produksi agar seluruh aspek saling berkontribusi (Suwardike dkk, 2024).

Dalam konteks tersebut, penelitian ini lebih berfokus terhadap aspek Peternakan dan Pertanian dengan alasan aspek tersebut selaras dengan latar belakang dan menjadi urgensi yang terlebih dahulu diselesaikan. Aspek Perikanan akan menjadi sistem pendukung yang tetap akan diberdayakan namun dengan skala yang lebih kecil.

2.1.4 Ruang Lingkup *Integrated Farming*

Ruang Lingkup utama dalam *Integrated Farming* mencakup berbagai elemen penting yang menunjang keberlangsungan sistem terpadu ini (Suwardike dkk, 2024). Dalam Konteks Pertanian Terpadu di Bayan Barat, fasilitas yang diperlukan mencakup:

a) Area Pertanian (Utama)

Meliputi area budidaya tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, dan tanaman obat. Area ini menjadi pusat produksi bahan pangan utama dengan pemilihan tanaman yang sesuai kondisi tanah dan iklim.

b) Area Peternakan (Utama)

Area ini diperuntukkan bagi kandang dan pengelolaan ternak, termasuk sapi, kambing, unggas, atau hewan lainnya. Lokasi area harus mempertimbangkan jarak dengan area lain untuk mengelola bau dan sanitasi secara efektif. Kandang ternak yang sehat dan teratur untuk ternak lokal serta fasilitas pengelolaan pakan yang terintegrasi dengan limbah pertanian.

c) Area Perikanan (Pendukung)

Area khusus untuk budidaya ikan dalam kolam air tawar yang bisa berupa kolam terpal, sawah minapadi, atau kolam tanah. Area ini juga berfungsi sebagai sumber air dan pupuk organik untuk zona tanaman.

d) Area Pengelolaan Biogas dan Limbah (Utama)

Mencakup fasilitas digester biogas dan area pengolahan limbah ternak dan tanaman. Area ini berperan penting dalam mengubah limbah menjadi energi dan pupuk yang dapat digunakan kembali dalam sistem. Instalasi biogas yang mengolah limbah organik ternak dan tanaman menjadi energi dan pupuk cair (Suwardike dkk, 2024)

e) Area Jalur Wisata Edukasi (Pendukung)

Area ini mencakup kawasan wisata edukasi yang menjadi penunjang ekonomi dan ilmu pengetahuan bagi masyarakat dan wisatawan setempat.

(Lihat Pada Gambar 2.1)



Gambar 2. 2 Tata Layout Sistem dalam Integrated Farming

Sumber : Faridah, 2024

2.1.5 Pertanian

Sebagian besar masyarakat Dusun Bayan Barat memiliki mata pencaharian sebagai petani, dalam kajian ini jenis tanaman dibagi menjadi 3 yakni; tanaman Pangan, tanaman Hortikultura, dan tanaman Perkebunan.

2.1.5.1 Tanaman Pangan

Tanaman pangan dikelompokkan berdasarkan umur, yaitu tanaman semusim dan tanaman tahunan.

a) Pertanian Padi

- Padi Bulu



Gambar 2. 3 Masyarakat Tanak Bayan membawa Padi Bulu dalam acara Begawe Slamet Olor

Sumber : Raden Suryanto Anuyakenjie, Facebook

Masyarakat Desa Bayan memiliki padi yang khas yakni padi bulu, padi bulu pada umumnya digunakan sebagai kebutuhan dalam kegiatan adat, namun selain itu padi bulu juga dapat menjadi kebutuhan konsumsi sehari-hari pada masyarakat seperti padi pada umumnya. Padi bulu ditanam pada saat musim hujan karena membutuhkan pasokan air yang banyak untuk dapat tumbuh.



Gambar 2. 4 Padi Bulu

Sumber : [Raden Suryanto Anuyakenjie, Facebook](#)

Padi bulu memiliki bentuk gabah yang berbeda dengan padi pada umumnya, yakni memiliki sedikit bulu coklat pada setiap butir gabahnya, hal ini yang menjadi alasan masyarakat menyebutnya dengan Padi Bulu. Butiran beras yang dihasilkan pun juga berbeda, Ketika dimasak nasi memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan nasi pada tanaman padi gabah.

- **Padi Sawah**

Padi sawah merupakan padi yang pada umumnya dapat dijumpai, Padi sawah menjadi salah satu kebutuhan utama pada masyarakat bayan. Tanaman padi gabah menghasilkan beras yang kita konsumsi sehari-hari. Tanaman padi membutuhkan pasokan air untuk dapat tumbuh dengan subur.



Gambar 2. 5 Persawahan Bangket Bayan

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

- **Padi Ketan**

Padi ketan merupakan jenis padi yang menghasilkan beras ketan yang memiliki tekstur lengket apabila dimasak. Masyarakat bayan menggunakan ketan sebagai bahan untuk membuat jajanan dalam ritual adat seperti *Ngaji Makam*.

b) Pertanian Palawija

Berdasarkan Badan Pusat Statistik tahun 2023, tentang Kecamatan Bayan dalam angka, komoditas pertanian palawija meliputi tanaman jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi, sorgum, gandum, talas, ganyong, kimpul, porang, gembili, gadung, juwawut, kacang merah, serekli, oat, dan millet.

2.1.5.2 Tanaman Hortikultura

Tanaman Hortikultura meliputi tanaman sayuran, tanaman buah-buahan, tanaman hias dan tanaman obat

a) Tanaman Sayuran

Tanaman sayuran merupakan tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber vitamin, mineral dan lain-lain. Pada umumnya bagian yang dapat digunakan sebagai sayur berupa daun, buah, bunga, dan umbi

b) Tanaman Buah-buahan

Tanaman buah-buahan adalah tanaman yang menghasilkan buah segar sebagai sumber vitamin, mineral dan lain-lain. Pada umumnya buah yang dihasilkan dapat dikonsumsi tanpa dimasak terlebih dahulu.

c) Tanaman Hias

Tanaman hias merupakan tanaman yang memiliki nilai keindahan dan estetika karena tanaman, warna, daun, dan bentuk tajuk maupun bentuk pohon/batang, warna dan keharuman bunganya, sering digunakan sebagai penghias pekarangan, taman atau ruangan di rumah, gedung perkantoran, hotel, restoran maupun untuk kelengkapan upacara adat dan keagamaan.

d) Tanaman Biofarmaka

Tanaman biofarmaka (obat-obatan) adalah tanaman yang bermanfaat untuk obat-obatan, kosmetik dan kesehatan yang dikonsumsi atau digunakan dari bagian tanaman yang berupa daun, bunga, buah dan umbi (rimpang) atau akar.

2.1.5.3 Tanaman Perkebunan

Tanaman Perkebunan merupakan jenis tanaman budidaya yang diambil hasilnya untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. Tanaman perkebunan memerlukan proses lebih lanjut untuk dapat dikonsumsi, berbeda halnya dengan komoditas tanaman pangan atau hortikultura.

2.1.6 Peternakan

2.1.6.1 Kriteria Jenis Ternak

Sebagian besar masyarakat Desa Bayan Beleg, memiliki ternak yang dibudidayakan secara individu. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2023, Komoditas jenis ternak yang banyak dipelihara oleh masyarakat Desa Bayan Beleg adalah Ternak Sapi untuk jenis ternak besar, Ternak Kambing tergolong kedalam jenis ternak kecil, Ayam dan Bebek terkategori jenis unggas.

a) Sapi



Gambar 2. 6 Ternak Sapi Dusun Bayan Barat

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Sapi memiliki peran sentral dalam integrated farming sebagai sumber daging, susu, tenaga kerja, pupuk organik, dan bahan baku biogas. Dalam model integrasi pertanian, sapi dapat memanfaatkan hijauan, limbah pertanian (seperti jerami dan dedak), serta menghasilkan kotoran yang kemudian diolah menjadi pupuk organik dan energi biogas (Ratih Widiyana; Astuti A, 2023) Integrasi ini menurunkan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi sumber daya, seperti pada kasus sapi Madura di Waru Barat yang diintegrasikan dengan pertanaman rumput dan pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan.

b) Kambing



Gambar 2. 7 Ternak Kambing Desa Bayan Beleg

Kambing merupakan ternak ruminansia kecil yang sangat adaptif dalam integrated farming, khususnya pada lahan kering dan pekarangan rumah. Kambing dapat memanfaatkan limbah tanaman, sisa panen, dan dedaunan sebagai pakan utama, sehingga mengurangi limbah pertanian dan meningkatkan efisiensi daur ulang nutrisi dalam sistem (Saade dkk., 2017)

Dalam sistem terpadu, kotoran kambing menjadi pupuk organik yang memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman (Hidayat, 2007). Potensi pengembangan kambing di Indonesia sangat besar, terutama dengan dukungan kelembagaan dan teknologi. Kambing juga dipilih karena perawatannya relatif mudah, tingkat reproduksi tinggi, dan harga jual yang kompetitif sehingga menguntungkan secara ekonomi petani kecil

c) Ayam



Gambar 2. 8 Ternak Ayam Desa Bayan Beleq

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Ayam sebagai unggas petelur dan pedaging memiliki fungsi strategis pada *Integrated Farming*, baik sebagai sumber protein (telur dan daging), pupuk, maupun pengolah limbah organik. Ayam kampung atau ras broiler sering digunakan karena cepat panen, adaptif, dan dapat memanfaatkan limbah pakan dari sisa pertanian. Kotoran ayam diproses

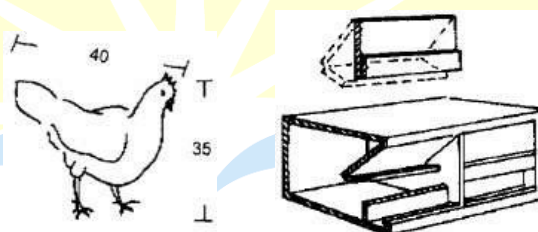
menjadi pupuk organik atau pakan ikan di kolam terintegrasi (Irawan, 2024)

Dalam pengelolaannya, teknologi monitoring berbasis IoT dapat diterapkan untuk mengatur suhu kandang, kadar amonia, pemberian pakan, dan hygiene sehingga produktivitas serta efisiensi dapat ditingkatkan (Irawan et al., 2024). Ayam juga membantu mendaur ulang limbah organik menjadi komoditas bernilai ekonomi sekaligus mendukung rantai pasok "zero waste" pada pertanian terpadu (Saptana & Ilham, 2020).

2.1.6.2 Kriteria Kandang

Menurut Data Arsitek, Pembuatan kandang hewan menuntut ketelitian dalam perencanaan maupun pelaksanaan, sehingga kandang yang tercipta dapat memberikan kenyamanan terhadap hewan itu sendiri. Dalam konteks Penelitian ini, Kandang Hewan Ternak diklasifikasikan sebagai berikut:

a) Kandang Ternak Ayam



Gambar 2. 9 Ukuran Ternak dan Sangkar Ayam

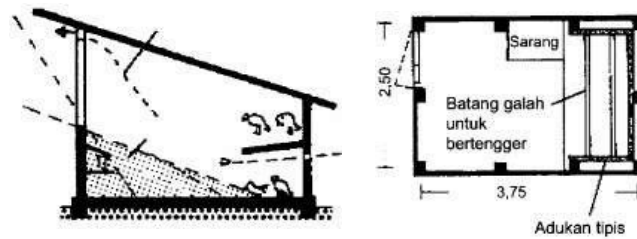
Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Berdasarkan Data Arsitek ukuran sangkar atau tempat tidur ayam dibedakan sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Ukuran Sangkar Ayam

(Sumber: Diolah penulis berdasarkan Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33)

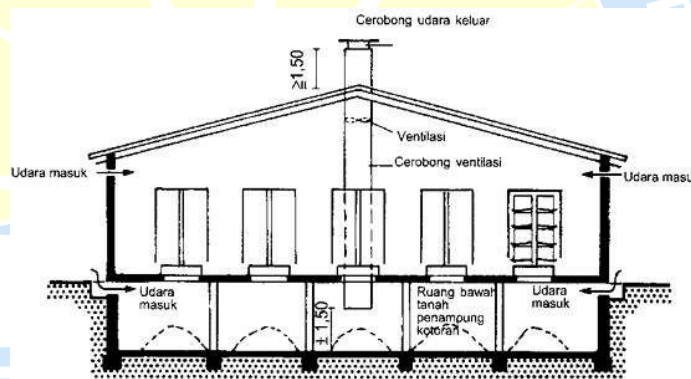
No	Jumlah Ayam	Ukuran Sangkar
1.	5 Ekor Ayam	$\geq 3m^2$
2.	10 Ekor Ayam	$\geq 5m^2$
3.	20 Ekor Ayam	$\geq 10m^2$



Gambar 2. 10 Layout & Potongan Kandang Ayam

Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Aliran udara bebas dibuat bersebelahan dengan jendela, pintu saluran udara dan Cahaya pada kandang ayam disesuaikan dengan suhu dilingkungan sekitar untuk menjaga suhu kandang yang tetap hangat. Menurut Data Arsitek tempat bertengger disesuaikan dengan tinggi ayam, dengan lebar 4-7 cm, tinggi 5-6 cm, penampang bebas sepanjang 3-5meter memudahkan pengambilan telur, dengan klasifikasi 1meter palang cukup untuk 5-6 ekor ayam. (Lihat Pada Gambar 2.10)



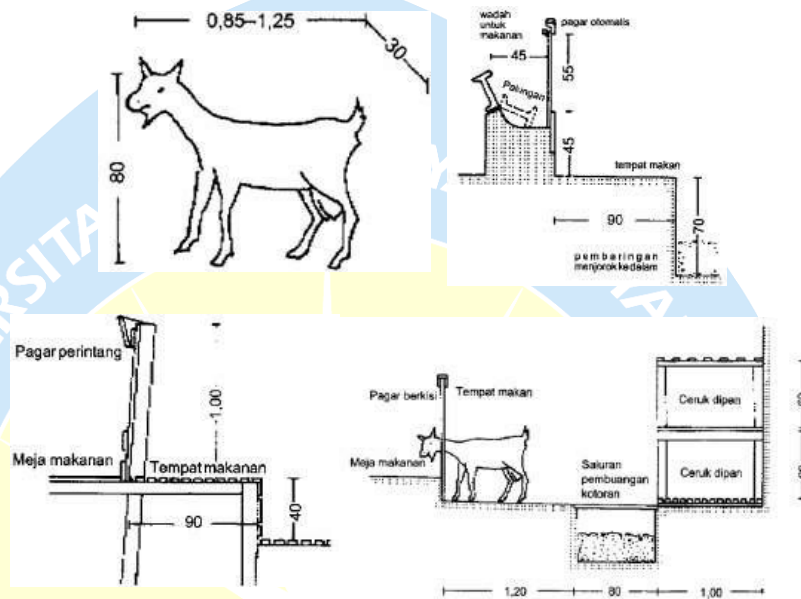
Gambar 2. 11 Layout Pengelolaan Kotoran Kandang Ayam

Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Kandang ternak ayam harus memiliki saluran pembuangan kotoran yang terpadu, hal ini diterapkan untuk menjaga kualitas kandang yang tetap higienis dan mencegah resiko ternak ayam terkena virus dan penyakit. Berdasarkan data arsitek layout pembuangan kotoran pada kandang ayam harus meliputi ruang bawah kandang sebagai penampungan kotoran yang teraliri oleh sirkulasi udara. (Lihat Pada Gambar 2.11)

b) Kandang Ternak Kambing

Kandang ternak kambing memiliki klasifikasi ukuran dan detail sirkulasi yang dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan ruang gerak terhadap ternak. Menurut Data Arsitek pakan ternak kambing pada saat Musim panas membutuhkan 5kg rumput segar per harinya serta 0,5kg rumput kering dan 6kg daun semanggi merah. Sedangkan pada saat musim dingin ternak kambing membutuhkan 1kg rumput kering per hari dan Air 2-3 liter perharinya.



Gambar 2. 12 Ukuran Ternak Kambing dan Kandang

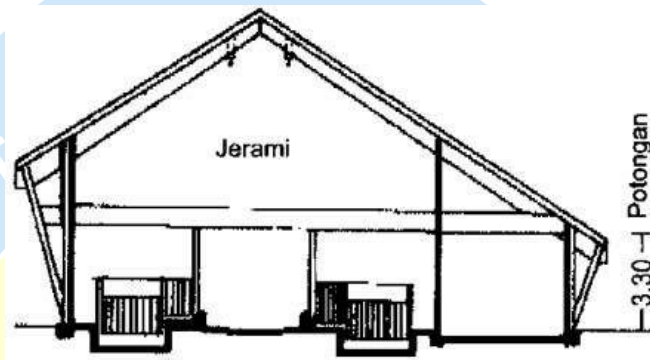
Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Berdasarkan Data Arsitek elemen kandang kambing memiliki jenis dan ukuran yakni sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Klasifikasi Ukuran Kandang Kambing

(Sumber: Diolah penulis berdasarkan Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33)

No	Klasifikasi Kandang Kambing	Ukuran
1.	Luas Kandang per Hewan	1,5 - 2m ²
2.	Lebar sandaran per Hewan	0,75 - 0.8m
3.	Tinggi Sandaran Terikat	1.8m
4.	Tinggi Sandaran Bebas	2,5 – 2,8m
5.	Tinggi Kandang	1.9 – 2,2m
6.	Suhu Kandang	10° – 20°c



Jenis	Ruang gerak m ²	Palungan		Kandang terikat	
		cm	Sandaran	Lebar	Panjang
Domba	0,7	20	—		
Ternak muda	1,2	30 – 40	50	50	40
Kambing betina	1,5	40 – 50	80	50–70	40
Kambing jantan	2,2	80	80	60	50
	4,0				

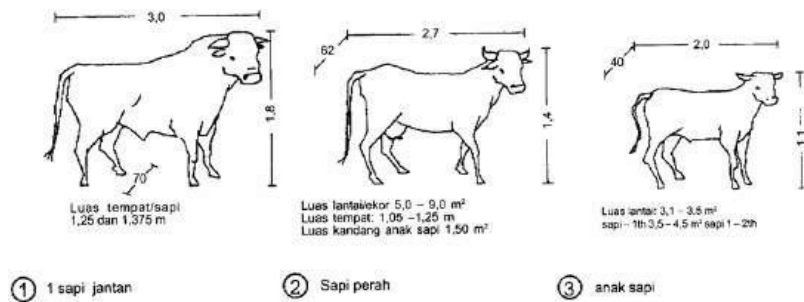
Jendela 1/15 - 1/20 luas kandang Tinggi > 2,50 m. Wadah air minum = 1 baskom untuk 30 ekor hewan; 0,4 kg jerami/hari, 1,5 dt tahun/hewan, perabukan 7-17 dt/ekor

Gambar 2. 13 Layout & Potongan Kandang Ternak Kambing

Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Berdasarkan data arsitek, penempatan kandang kambing harus menghadap ke arah timur hingga selatan untuk mendapatkan cakupan Cahaya yang cukup dan menjaga kondisi kandang tetap kering. Kandang ternak kambing dipisahkan berdasarkan jenis kambing betina dan jantan, hal ini dilakukan karena perbedaan ruang gerak antara kambing betina dan jantan serta untuk mencegah kehamilan yang tidak terkontrol, menghindari gangguan pada induk yang sedang menyusui atau hamil, mengurangi stres dan kegelisahan pada jantan, serta mencegah penularan penyakit (*Lihat Pada Gambar 2.13*)

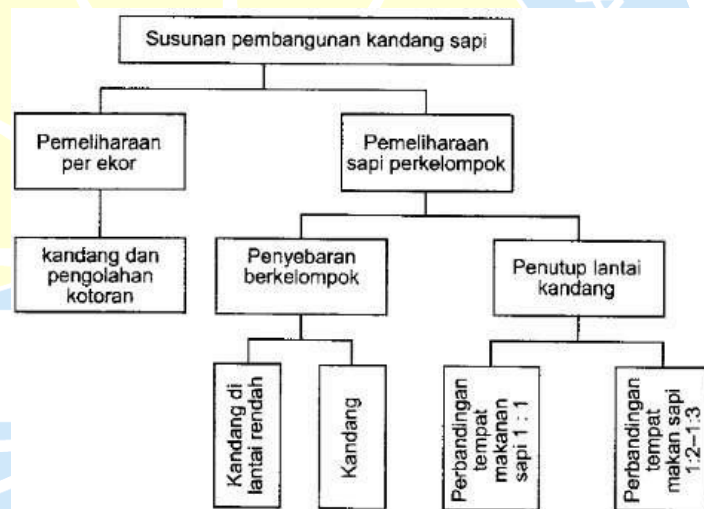
c) Kandang Ternak Sapi



Gambar 2. 14 Ukuran Dimensi Ternak Sapi

Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Ukuran dimensi pada ternak sapi dibedakan menjadi 3 yakni, Sapi Jantan, Sapi Perah (betina), dan anak sapi, masing masing memiliki perlakuan yang berbeda yang berpengaruh terhadap kebutuhan dimensi pada kandang. (Lihat Pada Gambar 2.14)



Gambar 2. 15 Susunan Pembangunan Kandang Sapi

Sumber: Neufert, E. Data Arsitek Jilid 2 Edisi 33

Dalam pemeliharaan kandang sapi memiliki susunan ruang yang dibentuk untuk menunjang kenyamanan terhadap ternak, pemeliharaan sapi dibedakan menjadi 2 yakni pemeliharaan per ekor dan berkelompok, pemeliharaan sapi per ekor akan memberikan pertumbuhan yang lebih cepat sehingga perlu dibentuk adanya pemeliharaan kelompok yang didasarkan pada umur sapi. (Lihat Pada Gambar 2.15)

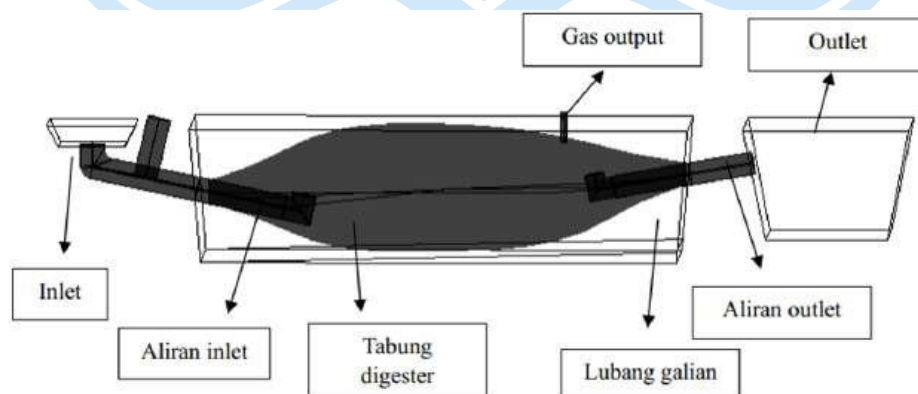
Dalam pemeliharaanya pakan sapi menjadi hal yang sangat penting untuk menunjang kualitas ternak sapi, jumlah pakan sapi dibedakan dari berat sapi itu sendiri (*Lihat Pada Gambar 2.17*)

2.1.7 Tinjauan Sistem Biogas

Sistem *biogas* adalah teknologi pengolahan limbah organik khususnya kotoran ternak atau limbah tanaman yang menggunakan proses fermentasi anaerob (tanpa oksigen) oleh mikroorganisme untuk menghasilkan gas bioenergi yang disebut biogas. Gas utama yang dihasilkan adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2); biogas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, penerangan, atau sumber energi lain di sektor pertanian terpadu, sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan (Roosganda Elizabeth, 2021)

Inti dari sistem biogas adalah digester biogas, yaitu wadah tertutup tempat terjadinya proses fermentasi limbah organik. Setelah proses selesai, selain gas metana, dihasilkan juga residu padat/cair yang kaya nutrisi dan dimanfaatkan sebagai pupuk organik di lahan pertanian atau pekarangan (Ratih Widiyana; Astuti A, 2023)

Penerapan sistem biogas dalam integrated farming mendukung siklus zero waste, meningkatkan efisiensi lahan dan energi, serta mendiversifikasi produk pertanian dari aspek food, feed, fuel, dan fertilizer (Zakariah dkk., 2019). Selain memberikan manfaat lingkungan, penggunaan biogas dapat meningkatkan pendapatan petani dan ketahanan energi keluarga petani secara berkelanjutan (Roosganda Elizabeth, 2021)



Gambar 2. 18 Model 3D Disgester Biogas

Sumber: Jurnal Community Empowerment Vol.8 No.5 (2023)

a) *Bak Pengisi (Inlet)*

Bak Pengisi (inlet) berfungsi sebagai unit penampung awal untuk memasukkan bahan baku berupa kotoran padat dan cair. Unit ini dirancang berbentuk persegi berukuran 80×80 cm yang dibangun dari pasangan bata. Untuk mempersiapkan substrat, kotoran sapi dicampur dan diaduk dengan air pada perbandingan 1:2 (10 kg kotoran sapi dicampur dengan 20 liter air). Campuran ini selanjutnya disalurkan ke bak pencerna (digester) melalui katup outlet dari pipa PVC 4 inci yang dilengkapi dengan kawat penyaring. Proses penyaringan ini esensial untuk memisahkan serat berukuran besar, sisa pakan ternak yang kasar, serta bahan anorganik (seperti pasir dan batu-batu kecil). Tujuannya adalah mencegah terbentuknya buih dan residu kasar di dalam reaktor, yang dapat mengurangi kinerja fermentasi dan pembangkit biogas. *(Lihat Pada Gambar 2.18)*

b) *Bak Pencerna (Digester)*

Bak Pencerna (digester) merupakan ruang utama tempat terjadinya proses fermentasi anaerobik untuk menghasilkan biogas. Bak ini dibuat menggunakan kantong plastik geomembrane polyethylene dengan bentuk tubular berdiameter 120 cm. Untuk mencapai kapasitas volume 4000 liter, panjang kantong plastik yang dibutuhkan adalah 4,3 meter. Mengingat ketebalan kantong plastik yang didapat adalah 0,15 mm, digunakan pelapisan ganda (rangkap dua) untuk meningkatkan kekuatan material. Secara konstruksi, digester ini ditempatkan di dalam lubang galian yang telah diperkuat dengan dinding bata dan cor semen. Penempatan di dalam galian ini berfungsi krusial untuk menahan tekanan hidrostatik cairan di dalam bak digester. *(Lihat Pada Gambar 2.18)*

c) *Bak Pengeluaran (Outlet)*

Bak Pengeluaran (outlet) berfungsi sebagai tempat penampung kotoran sisa setelah melalui proses fermentasi biogas. Material sisa yang keluar dari digester (disebut digestate atau bio-slurry) didorong keluar secara berkelanjutan seiring dengan penambahan bahan baku baru (dari bak inlet) dan tekanan yang tercipta di dalam bak pencerna. Hasil sampingan dari proses biogas ini, berupa kotoran terdegradasi,

selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, baik dalam bentuk cair maupun padat, yang memiliki nilai ekonomi dan agronomis tinggi. (Lihat Pada Gambar 2.18)

2.2 Tinjauan *Ecotourism*

2.2.1 Pengertian *Eco*

Kata *eco* merupakan singkatan dari *ecology* yang berasal dari bahasa Yunani Kuno *oîkos* yang berarti "rumah" atau "tempat tinggal" dan *-logia* yang berarti "studi tentang". Menurut Oxford English Dictionary, *ecology* didefinisikan sebagai "*the relation of plants and living creatures to each other and to their environment; the study of this*" (hubungan antara tumbuhan dan makhluk hidup satu sama lain dan dengan lingkungannya; kajian tentang hal tersebut).

Istilah ekologi pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan biologi Jerman bernama Ernst Haeckel pada tahun 1866 sebagai *oekologie*. Tiga tahun kemudian, pada tahun 1869, Haeckel mendefinisikan ekologi sebagai seluruh ilmu tentang hubungan organisme dengan dunia luar di sekitarnya serta hubungan yang dapat diperhitungkan dalam arti yang lebih luas pada semua kondisi keberadaan, baik yang bersifat organik maupun anorganik.

2.2.2 Pengertian *Tourism*

Kata *tourism* menurut Oxford English Dictionary didefinisikan sebagai "*the business activity connected with providing places to stay, services, and entertainment for people who are visiting a place for pleasure*" (aktivitas bisnis yang berkaitan dengan penyediaan tempat menginap, layanan, dan hiburan bagi orang-orang yang mengunjungi suatu tempat untuk kesenangan).

Menurut Cambridge Dictionary, *tourism* adalah "*the business of providing services such as transport, places to stay, or entertainment for people who are on holiday*" (bisnis penyediaan layanan seperti transportasi, tempat menginap, atau hiburan bagi orang-orang yang sedang berlibur). Istilah "*tourism*" telah tercatat dalam Oxford English Dictionary sejak tahun 1811.

2.2.3 Pengertian *Ecotourism*

Ecotourism atau ekowisata merupakan bentuk pariwisata berkelanjutan yang berfokus pada kunjungan ke kawasan alami sambil meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dalam konteks penelitian ini *Ecotourism* berperan sebagai sarana dalam memberikan kesadaran terhadap masyarakat terkait manajemen

pengolahan limbah dan tata kelola kandang sekaligus menjadi sarana wisata terhadap wisatawan.

Ecotourism menurut *Global Ecotourism Network* (2016) adalah "perjalanan yang bertanggung jawab ke daerah alami yang menjaga lingkungan, menopang kesejahteraan masyarakat setempat, dan menciptakan pengetahuan dan pemahaman melalui interpretasi dan pendidikan semua yang terlibat: pengunjung, staf, dan yang dikunjungi".



Gambar 2. 19 Profile Kelompok Sadar Wisata Desa Bayan (POKDARWIS)

Sumber: Sosial Media (Facebook) Resmi Pokdarwis Bayan (2025)

Masyarakat Desa Bayan, memiliki salah satu organisasi masyarakat yang hingga kini sedang berkembang yakni POKDARWIS (Kelompok Sadar Wisata) yang mengampu bidang pariwisata desa bayan, dengan Penerapan *Ecotourism* pada penelitian ini yang berkonsep *Integrated Farming* menjadi langkah yang sejalan dalam menciptakan kesadaran masyarakat terkait pengolahan limbah serta sarana pendukung edukasi terhadap masyarakat dan wisatawan. (Lihat Pada Gambar 2.19)

2.3 Tinjauan Bio-Integrated

2.3.1 Pengertian Bio

Bio merupakan prefiks yang berasal dari bahasa Yunani "*bios*" yang berarti "kehidupan" atau "hidup". Secara etimologi, bio berasal dari akar kata Proto-Indo-European *gwei- yang berarti "*to live*" atau hidup. Dalam konteks ilmiah, *bio* digunakan sebagai elemen pembentuk kata yang mengacu pada kehidupan, organisme hidup, atau proses biologis (Etymonline, 2024).

Menurut definisi scientific, *bio* adalah "Unsur pembentuk kata, terutama dalam senyawa ilmiah, yang berarti 'hidup, hidup dan,' atau 'biologi, biologi dan,' atau 'biologis, dari atau berkaitan dengan organisme hidup atau konstituennya'". Prefiks *bio* digunakan secara luas dalam berbagai disiplin ilmu untuk menunjukkan keterkaitan dengan kehidupan dan proses biologis, seperti dalam kata biologi, biografi, biosfer, dan biodiversitas. Dalam konteks arsitektur dan desain, *bio* mengacu pada penggunaan sistem, proses, atau organisme hidup sebagai bagian integral dari solusi desain dan konstruksi.

2.3.2 Pengertian *Integrated*

Dalam konteks bio-integrated, *Integrated* memiliki makna yang lebih spesifik yaitu "menggabungkan atau mengkoordinasikan elemen-elemen yang terpisah sehingga menghasilkan suatu kesatuan yang harmonis dan saling terkait" atau menggabungkan atau mengkoordinasikan elemen-elemen terpisah untuk menyediakan keseluruhan yang harmonis dan saling berkaitan.

Integrated dalam *Bio-Integrated Architecture* menekankan pada:

- a) Penyatuan sistem biologis dengan elemen arsitektural
- b) Koordinasi harmonis antara komponen hidup dan non-hidup
- c) Interrelasi fungsional yang menciptakan sinergi antara alam dan bangunan
- d) Integrasi holistik yang melibatkan semua aspek desain, konstruksi, dan operasional

2.3.3 Pengertian *Bio-Integrated*

Bio-Integrated merupakan pendekatan desain dan arsitektur yang menggabungkan sistem biologis, proses alami, dan organisme hidup ke dalam struktur dan fungsi bangunan secara menyeluruh. *Bio-integrated architecture* melambangkan pergeseran dari bangunan sebagai objek yang tidak bergerak menjadi bangunan sebagai partisipan aktif dalam sistem ekologi. (*Energy Sustainability Directory*, 2025)

Menurut definisi yang dikembangkan dalam sustainability studies, *Bio-Integrated Architecture* adalah " Bangunan bukan hanya sebagai struktur statis dari batu bata dan semen, tetapi sebagai entitas dinamis yang responsif terhadap lingkungannya dan terjalin dengan tatanan kehidupan.". Pendekatan ini melampaui konsep tradisional '*green building*' dengan menciptakan bangunan yang berfungsi seperti organisme hidup, bekerja dengan alam daripada melawan alam. Dalam

konteks penelitian ini pendekatan Bio-Integrated difokuskan mengadopsi gaya arsitektur sekitar yakni Kampung Adat yang berada di Desa Bayan.

2.3.4 Kriteria Pendekatan *Bio-Integrated*

Dalam implementasi desain pada *Bio-Integrated Architecture* terdapat elemen-elemen yang menjadi kunci dalam meningkatkan keseimbangan ekologi dan kinerja bangunan, elemen tersebut meliputi

a) Dinding Hidup (*Living Walls*)

Taman vertikal ini berfungsi ganda, tidak hanya meningkatkan nilai estetika bangunan, tetapi juga berkontribusi pada pemurnian kualitas udara dan menyediakan isolasi termal yang efektif bagi struktur bangunan.

b) Atap Hijau (*Green Roofs*)

Atap yang ditanami vegetasi memiliki manfaat ekologis signifikan, meliputi pengurangan volume limpasan air hujan, mitigasi efek pulau panas perkotaan, serta penyediaan habitat alami bagi satwa liar setempat.

c) Bioreaktor

Merupakan sistem teknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme hidup untuk memproses dan mengolah air limbah, atau, dalam konteks yang berbeda, untuk menghasilkan energi terbarukan (seperti biogas).

d) Sistem Bangunan Pintar (*Smart Building Systems*)

Sistem kontrol terintegrasi ini dirancang untuk secara otomatis memantau dan mengoptimalkan kinerja operasional bangunan. Pengoptimalan dilakukan berdasarkan analisis *real-time* terhadap kondisi lingkungan eksternal dan kebutuhan spesifik pengguna atau penghuni.

e) Biomaterial

Merujuk pada penggunaan material konstruksi yang bersumber dari bahan terbarukan alami (biologis). Pemilihan material ini bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembangunan.

(Sustainable Directory, 2025)

2.4 Studi Preseden

Berikut beberapa contoh preseden yang memiliki potensi yang nantinya akan menjadi bekal dan diterapkan dalam konsep perancangan, Studi preseden dibedakan menjadi 2 yakni berdasarkan fungsi dan pendekatan desain yang disajikan dalam bentuk tabel yang membuat potensi dari preseden.

2.4.1 Studi Preseden Menurut Tipologi

Studi preseden menurut fungsinya didasarkan pada lingkup tipologi bangunan yakni Integrated Farming yang menjadi model dalam perancangan ini.

2.4.1.1 Cimory Dairyland on The Valley, Semarang



Gambar 2. 20 Cimory Dairyland on The Valley, Semarang

Sumber: PT. Cimory Dairyland – DEPARTEMEN ARSITEKTUR LANSKAP

Cimory Dairyland merupakan sebuah perusahaan yang beroperasi di sektor Hospitality (perhotelan dan jasa) dengan memadukan konsep wisata rekreasi, restoran, dan ritel. Perusahaan ini mengelola beberapa kawasan wisata yang tersebar di berbagai lokasi di Indonesia, termasuk Bogor, Bawen, Pasuruan, Boyolali, dan Lembang. Mengusung tema "Farm Leisure Park," Cimory Dairyland menyajikan perpaduan antara wahana hiburan dan kawasan peternakan yang bertujuan ganda, yaitu edukasi dan rekreasi, dengan target pengunjung dari anak-anak hingga orang dewasa.



Gambar 2. 21 Jalur Wisata Cimory Dairyland on Valley, Semarang

Sumber: PT. Cimory Dairyland – DEPARTEMEN ARSITEKTUR LANSKAP

Tabel 2. 3 Kesimpulan Studi Preseden Cimory Dairyland on The Valley

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Aspek	Kriteria
Konsep	Agrowisata Susu Terpadu (<i>Dairy-based Agrotourism</i>)
Tujuan	Meningkatkan nilai tambah produk susu (industrialisasi), menyediakan rekreasi edukatif untuk keluarga, dan mendukung kemitraan dengan peternak lokal.
Elemen Utama	Dairyland Mini Zoo: Area interaksi langsung dengan sapi, domba, dan kelinci (<i>feeding</i>). Milk Processing Tour: Edukasi proses pengolahan susu. Dairy Resto & Chocomory: Penjualan produk olahan dan <i>farm-to-table</i> sederhana. Mini Mania: Elemen rekreasi non-pertanian (diversifikasi wahana).

2.4.2 Studi Preseden Menurut Langgam Arsitektur

2.4.2.1 Rumah Tradisional Bayan (Arsitektur Lokal Bayan), Lombok Utara

Arsitektur Lokal Bayan merupakan gaya arsitektur yang digunakan dalam bangunan tradisional bayan, yakni kampu adat. Kampu adat bayan memiliki berbagai tipologi bangunan yang berbeda-beda, bangunan yang sering dijumpai yakni Bale mengina, Berugak, Geleng.



a) Bale Mengina

**Gambar 2. 22 Bale Mengina Kampu Adat Padamangku
(Bayan Barat)**

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Bale Mengina adalah tipologi hunian yang dirancang sebagai ruang perlindungan dan identik dengan figur ibu (*inaq*). Karenanya, aspek-aspek tata ruangnya secara filosofis diselaraskan dengan peran perempuan, berfungsi sebagai bentuk penghormatan mendalam terhadap sosok feminin dalam kebudayaan tersebut. (*Lihat Pada Gambar 2.22*)

Di dalam *Bale Mengina* terdapat *Inan Bale*, sebuah ruang sentral yang menempati titik tertinggi dan berada di tengah bangunan. Ruang ini ditopang oleh enam tiang kayu yang merepresentasikan filosofi Enam *Rukun* Islam. Secara fungsional, *Inan Bale* adalah ruang sakral yang digunakan untuk pelaksanaan ritual tradisi, khususnya memohon anugerah, berkat, dan kesehatan ketika keluarga menghadapi kesulitan. Selain fungsi spiritual, *Inan Bale* juga berperan penting sebagai area penyimpanan barang pusaka—seperti keris, lontar, dan peralatan

upacara adat—serta menjadi tempat penyimpanan sementara untuk



stok beras dan bahan makanan. Sesuai ketentuan adat, akses ke Inan Bale secara eksklusif diberikan kepada kaum perempuan, yang bertanggung jawab atas inventaris dan pengelolaan keluarga.

b) Beruqaq



Gambar 2. 23 Beruqaq Kampu Adat Bayan Barat

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Beruqaq merupakan bangunan khas yang utamanya berfungsi sebagai ruang penerima tamu dan tempat pelaksanaan kegiatan sosial komunal, seperti prosesi pemandian jenazah atau upacara pernikahan. Bangunan ini memiliki bentuk yang menyerupai gazebo, umumnya dibangun menggunakan material kayu dengan atap jerami. Secara arsitektural, *Beruqaq* didirikan lebih tinggi dibandingkan *Bale Mengina*, ditopang oleh enam tiang, dan memiliki atap yang lebar. Desain ini merupakan wujud simbolis penghormatan tertinggi yang diberikan tuan rumah kepada tamu dan partisipan kegiatan sosial. (*Lihat Pada Gambar 2.23*)

c) Geleng



Gambar 2. 24 Geleng Kampu Adat Bayan Barat

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2025)

Geleng adalah bangunan yang difungsikan sebagai lumbung pangan utama. Bangunan ini secara khusus digunakan untuk menyimpan hasil panen, terutama padi lokal Bayan yang dikenal sebagai padi bulu, yang berasal dari sawah adat. *Geleng* ditopang oleh empat tiang kayu utama dan dilengkapi dengan amben (bidang panggung) yang multifungsi, dapat digunakan sebagai tempat duduk atau tempat istirahat sementara. (Lihat Pada Gambar 2.24)

Tabel 2. 4 Kesimpulan Studi Preseden Kampu Adat Bayan

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Aspek	Kriteria
Konsep	Arsitektur Tradisional
Tujuan	Mempertahankan keanekaragaman lagam pada rumah tradisional
Elemen Utama	Kampu adat secara keseluruhan yang memiliki tipologi bangunan yang berbeda beda.

2.4.3 Studi Preseden Menurut Pendekatan *Bio-Integrated*

Studi preseden menurut pendekatan Bio-Integrated didasarkan pada lingkup pendekatan desain yang selaras dengan siklus ekologi dan keberlanjutan.

2.4.3.1 The Bio Intelligent Quotient (BIQ) House, Jerman

The BIQ House merupakan salah satu bangunan yang berada di Jerman, bangunan ini memiliki fungsi sebagai rumah yang menjadi bagian dalam pameran Bangunan Internasional pada tahun 2013. Fungsi dibangunnya bangunan ini adalah untuk menguji fasad “*bio adaptif*”.



Gambar 2. 25 The Bio Intelligent Quotient (BIQ), Jerman

Sumber: Mahasiswa Arsitektur: Rumah BIQ

Desain ini dibuat oleh Arup, SSC Strategic Science Consultants, dan Splitterwerk Architects. Sebagai bangunan pertama di dunia yang ditenagai oleh alga, bioreaktor fasad ini menggunakan fotosintesis untuk menumbuhkan alga, yang kemudian dipanen dan diubah menjadi biomassa untuk pembangkit energi. Proses pembangkitan energi terbarukan yang berkelanjutan ini menciptakan fasad hijau yang berkilau dan dinamis bagi bangunan. Mikroalga, seukuran bakteri, dihasilkan dalam panel reaktor yang diberi nutrisi dan karbon dioksida untuk pertumbuhannya. Panel-panel ini merupakan lapisan sekunder dari selubung bangunan seluas 2.150 kaki persegi (sekitar 2.150 kaki persegi) yang membentang dari fasad tenggara dan barat daya. (*Lihat Pada Gambar 2.25*)



Gambar 2. 26 Bioreaktor Alga Rumah BIQ

Sumber: Mahasiswa Arsitektur: Rumah BIQ

Rumah BIQ (*Bio-Intelligent Quotient*) mengimplementasikan pendekatan holistik terhadap manajemen energi, yang sepenuhnya mandiri dan tidak bergantung pada bahan bakar fosil karena seluruh kebutuhan listrik dan panasnya dipenuhi oleh energi matahari. Fasad bangunan ini terintegrasi dengan bioreaktor yang berisi mikroalga. Fungsi bioreaktor tersebut ganda: menyediakan isolasi termal, meredam kebisingan, dan mengatur pencahayaan alami atau naungan dari sinar matahari langsung melalui kontrol ketinggian alga. Sistem ini diatur oleh pusat manajemen energi terpusat yang bertugas memanen alga dan panas termal matahari, sekaligus menyesuaikan orientasi reaktor terhadap matahari. Setiap kelebihan panas matahari akan langsung dialirkan untuk pemanas air tenaga surya atau disimpan di dalam tangki di bawah bangunan untuk penggunaan cadangan. Ketika alga mencapai pertumbuhan optimal, sebagian biomassa akan dipanen, diubah menjadi biogas, dan dibakar untuk menghasilkan panas di musim dingin atau listrik. Unsur inovatifnya adalah karbon dioksida yang dihasilkan dari pembakaran biogas tersebut kemudian

dikembalikan untuk memberi makan alga, menutup siklus energi dan nutrisi. (*Lihat Pada Gambar 2.26*)

Tabel 2. 5 Kesimpulan Studi Preseden The Bio Intelligent Quotient (BIQ)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025)

Aspek	Kriteria
Konsep	Fasad Bioreaktif dan Kemandirian Energi Aktif
Tujuan	Menciptakan arsitektur yang menghasilkan energi (mandiri energi) dan mengontrol iklim mikro secara biologis, bukan mekanis.
Elemen Utama	Fasad Bioreaktor (<i>Bio-Skin</i>) yang membudidayakan mikroalga; Konversi biomassa alga menjadi biogas dan panas; Sistem struktur ringan yang mendukung modul bioreaktor.