

## Bab V

### Landasan Teori

#### 5.1 Morfologi Bentuk Tanaman Biofarmaka

Setiap tanaman memiliki ciri dan morfologi bentuk yang berbeda – beda. Untuk memudahkan pengkategorian lokasi penanaman, maka menggunakan pembeda tinggi tanaman untuk lokasi penanaman. Tanaman biofarmaka yang ditanam berasal dari famili *Piperaceae*, *Zingiberaceae*, *Myrtaceae*, *Lamiaceae*, dan *Rubiaceae*. Berikut adalah identifikasi tanaman yang akan dikembangkan.

- Cabe Jawa



Gambar 68 Tanaman Cabe Jawa

Sumber: [balitro.litbang.pertanian.go.id](http://balitro.litbang.pertanian.go.id)

Tanaman ini merambat pada pohon panjat, penanaman menggunakan setek dengan minimal 3 ruas dari cabang. Setek yang sudah dibibitkan ditanam dibawah pohon panjatan. Pohon panjat bisa berupa pohon produktif yang sudah ada.

- Sirih



Gambar 69 Tanaman Sirih  
Sumber: gardener.id

Tanaman ini tumbuh memanjat keatas hingga 15 meter, selain merambat pada pohon panjat, sirih juga tumbuh dengan baik dengan merambat di tiang atau pagar beton.

- Jahe



Gambar 70 Tanaman Jahe  
Sumber: ilmubudidaya.com

Umumnya tinggi tanaman jahe mampu mencapai 100 cm. Jarak tanam yang dianjurkan adalah 35 x 15 cm dengan pemanenan usia jahe usia muda yaitu pada 4-5 bulan. Jika pemanenan jahe usia tua sekitar 9-10 bulan maka jarak tanam 70 x 30 cm.

- Temulawak



Gambar 71 Tanaman Temulawak  
Sumber: stafcreative.my.id

Tanaman temulawak umumnya memiliki tinggi mencapai 2,5 meter. Jarak penanaman yang dibutuhkan untuk rimpang bisa bertumbuh sekitar 60 x 60 cm.

- Kunyit



Gambar 72 Tanaman Kunyit  
Sumber: cybex.pertanian.go.id

Tinggi tanaman kunyit mencapai 1 meter, tumbuh merumpun dengan 10-14 anakan. Jarak penanaman kunyit yang dianjurkan adalah 15 – 40 cm antar tanaman dalam barisan dan 45 – 60 cm antar barisan.

- Salam



Gambar 73 Pohon Salam  
Sumber: cyberx.pertanian.go.id

Pohon salam dapat tumbuh mencapai tinggi 25 meter, dengan bentuk batang bulat dan permukaan yang licin. Jarak tanam yang dianjurkan adalah sebesar 2 meter antar tanaman.

- Kayu Putih



Gambar 74 Pohon Kayu Putih

Sumber: [garddcenter.co.id](http://garddcenter.co.id)

Tinggi pohon kayu putih dapat mencapai 10-20 meter dengan morfologi batang pohon lurus, tidak terlalu besar, dan rantingnya agak menggantung. Dalam penanaman pohon kayu putih, jarak tanam yang dianjurkan adalah 2 x 3 meter

- Kumis Kucing



Gambar 75 Tanaman Kumis Kucing

Sumber: [infoagribisnis.com](http://infoagribisnis.com)

Tinggi tanaman kumis kucing mencapai 1 – 2 meter. Penanaman kumis kucing menggunakan setek batang sepanjang 15 – 25 cm. Jarak penanaman kumis kucing 60 x 60 cm.

- Kina



Gambar 76 Pohon Kina

Sumber: [greeners.co](http://greeners.co)

Tinggi pohon kina mampu mencapai 25 meter dan mulai bercabang pada ketinggian 4 – 6 meter dari tanah. Terdapat 3 (tiga) sistem tanam yang dapat digunakan, masing –

masing sistem tanam membedakan jarak antar tanaman. Sistem tanam rapat berjarak 75 cm antar tanaman, sistem jarak sedang berjarak 100 cm antar tanaman, sistem jarak renggang berjarak 125 cm antar tanaman.

- Mengkudu



Gambar 77 Pohon Mengkudu

Sumber: [greeners.co](http://greeners.co)

Pohon mengkudu memiliki tinggi 3 – 8 meter. Dalam penanaman pohon mengkudu, jarak tanam yang dianjurkan sebesar 1 – 2 meter antar tanaman.

- Adas



Gambar 78 Tanaman Adas

Sumber: [agrotek.id](http://agrotek.id)

Tanaman adas memiliki tinggi sekitar 1 – 2 meter. Dalam penanaman adas, jarak tanam yang dianjurkan adalah sekitar 1 meter antar tanaman.

- Pegagan



Gambar 79 Tanaman Pegagan

Sumber: agrotek.id

Tinggi tanaman pegagan berkisar 10 – 50 cm. Jarak tanaman yang direkomendasikan dalam penanaman pegagan adalah 30 cm antar tanaman.

## 5.2 Bio-safety level

*Bio-safety level* (BSL) merupakan tingkatan standar keamanan yang diperlukan dalam melakukan pengujian terhadap mikroorganisme. BSL dibagi menjadi 4 (empat) tingkatan, dengan klasifikasi masing – masing pada setiap tingkatannya. Kategori BSL dibagi sebagai berikut,

Tabel 28 Tabel klasifikasi *bio-safety level*

Sumber: Laboratory Biosafety Guidelines (Laboratory Centre for Disease Control Canada, 2004)

<b>Bio-safety Level</b>	<b>Identifikasi</b>	<b>Contoh Mikroorganisme</b>
1	Mikroorganisme yang diuji tidak menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan.	<i>Microorganism Risk Group I</i> - <i>Escherichia coli</i> - <i>Saccharomyces cerevisiae</i> - <i>Lactobacillus spp.</i>
2	Mikoorganisme yang diuji bisa menyebabkan penyakit tidak serius pada manusia dan hewan. Resiko penyebaran penyakit yang ditimbulkan cenderung rendah	<i>Microorganism Risk Group II</i> - <i>Escherichia coli</i> - <i>Saccharomyces cerevisiae</i> - <i>Lactobacillus spp.</i>
3	Mikoorganisme yang diuji bisa menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan. Penyakit yang ditimbulkan tidak menyebar dari kontak fisik peneliti dan sekitarnya	<i>Microorganism Risk Group III</i> - <i>Human immunodeficiency virus</i> - <i>Severe acute respiratory syndrome</i>

		- <i>Varicella zoster</i> (virus penyebab cacar)
4	Mikoorganisme yang diuji bisa menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan. Penyakit yang ditimbulkan menyebar dengan cepat menyebar baik antar individu peneliti atau hewan.	<i>Microorganism Risk Group IV</i> - <i>Coronavirus</i>

Laboratorium terpadu di Pusat Riset dan Pengembangan Tanaman Biofarmaka ini menggunakan standar BSL 1 dan 2. Standar untuk laboratorium dengan BSL-1 kurang lebih hampir sama dengan laboratorium biasa, karena organisme yang diuji di laboratorium ini tidak menyebabkan penyakit bagi peneliti. Sedangkan untuk laboratorium dengan BSL-2 perlu beberapa persyaratan tambahan. Berdasarkan buku “*Building Type Basics for Research Laboratories*” (Watch, 2011) persyaratannya sebagai berikut,

- Selalu terjadi sirkulasi udara dengan udara luar, sehingga udara yang berada di ruang laboratorium diusahakan semaksimal mungkin berganti setiap saat.
- Permukaan – permukaan yang terdapat pada laboratorium memiliki karakteristik bahan yang mudah dibersihkan
- Tersedia *autoclave* untuk sterilisasi alat dan untuk dekontaminasi alat – alat atau preparat yang terkontaminasi dengan bakteri tertentu
- Kandang yang digunakan didekontaminasi terlebih dahulu sebelum digunakan
- Seluruh pengguna laboratorium selalu menggunakan jas laboratorium selama berada di area laboratorium

### 5.3 Persyaratan Laboratorium

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik pembangunan konstruksi ruang laboratorium yang ideal harus memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut,

- Dinding ruang laboratorium terbuat dari tembok permanen dengan menggunakan cat warna terang, dan tidak luntur. Permukaan dinding juga harus rata, mudah dibersihkan, tahan terhadap cairan desinfektan.
- Tinggi plafon ruangan antara 2,70 – 3,00 meter dari lantai. Permukaan plafon terbuat dari bahan yang kuat, bewarna terang, dan mudah dibersihkan
- Lebar pintu yang digunakan minimal 1,20 meter dengan tinggi minimal 2,10 meter.

- Ketinggian jendela minimal 1,00 meter dari lantai.
- Pemasangan stopkontak dan saklar minimal 1,40m dari lantai.
- Lantai ruang laboratorium terbuat dari bahan yang kuat, mudah dibersihkan, bewarna terang, kedap air, dan tahan terhadap bahan kimia. Area yang selalu kontak dengan air, harus memiliki kemiringan lantai searah ke arah saluran pembuangan air.
- Pertemuan antara dinding dan lantai sebisa mungkin berbentuk lengkung sehingga mudah dibersihkan dan tidak menjadi sarang bakteri.

#### 5.4 Kenyamanan Peneliti Laboratorium

Kenyamanan dan keamanan peneliti dalam beraktivitas dalam laboratorium merupakan salah satu aspek yang perlu diperhatikan mengingat peneliti merupakan pengguna utama dari area laboratorium. Berdasarkan buku “*ASHRAE Laboratory Design Guide*” (Mcintosh et al., 2001) berikut beberapa persyaratan yang perlu dipenuhi agar nyaman digunakan,

- Suhu  
Temperatur suhu yang dianjurkan agar peneliti merasa nyaman dalam beraktivitas di area laboratorium adalah 22°C - 24 °C.
- Kelembaban  
Tingkat kelembaban relatif maksimal pada area laboratorium pada 50% RH. Dengan tingkat kelembaban tersebut, pengguna merasa nyaman berada di dalam ruangan dan meminimalisir potensi jamur, lumut, dan organisme lain untuk tumbuh dan memberikan dampak negatif pada kualitas udara dalam ruangan.
- Kualitas udara  
Ruang laboratorium sebaiknya didesain dengan menggunakan 100% udara dari luar, dalam arti selalu terjadi sirkulasi udara yang baik di dalam ruangan laboratorium. Hal ini diperlukan untuk mencegah penularan atau sirkulasi kembali partikel – partikel yang berbahaya. Karena alasan tersebut, sebaiknya sistem sirkulasi udara ruang laboratorium dibedakan dengan ruangan non-laboratorium.
- Pencahayaan  
Berikut adalah tabel rekomendasi tingkat iluminasi yang diperlukan berdasarkan aktivitas yang dilakukan pengguna.



Tabel 29 Rekomendasi tingkat iluminasi  
 Sumber: DiBerardinis et al., 2013

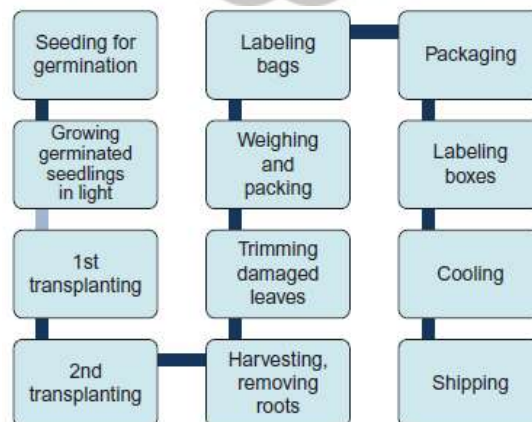
Type of Activity	Illuminance Range, Footcandles	Description
Public spaces with dark surroundings	2-5	General lighting throughout spaces
Simple orientation for short temporary visits	5-10	
Working spaces where visual tasks are only occasionally performed	20-50	
Performance of visual tasks of high contrast or large size	50-100	Illuminance on task
Performance of visual tasks of medium contrast or small size	100-200	
Performance of visual tasks of low contrast or very small size	200-500	
Performance of visual tasks of low contrast or very small size over a prolonged period	500-1,000	Illuminance on task, obtained by a combination of general and local (supplementary lighting)
Performance of very special visual tasks of extremely low contrast and small size	1,000-2,000	

- Kebisingan

Agar peneliti merasa nyaman, tingkat kebisingan dalam ruangan area laboratorium maksimal pada 85 dB. Desain laboratorium sebaiknya bisa melindungi peneliti dari kebisingan yang disebabkan dari alat – alat laboratorium dan sekitarnya.

### 5.5 Metode *Plant Factory with Artificial Lighting*

*Plant Factory with Artificial Lighting* atau PFAL merupakan salah satu cara untuk melakukan budidaya tanaman di dalam ruangan dengan menggunakan penerangan buatan. Rak penanaman disusun secara vertikal keatas dengan lampu yang diletakan diatas masing – masing rak. Terdapat peralatan yang diperlukan untuk mengimplementasi PFAL, contohnya seperti *Air Conditioners (AC)*, *exhaust fan*, *CO<sub>2</sub>*, larutan nutrisi, dan lainnya(Kozai et al., 2019). Berikut adalah diagram alir proses pergerakan tanaman dengan menggunakan metode PFAL,



Gambar 80 Diagram alir pergerakan tanaman dengan menggunakan metode PFAL  
 Sumber: Kozai et al., 2019

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan perkecambahan tanaman, lalu setelah tanaman mulai berkecambah dan berkembang dilakukan transplantasi ke tempat yang lebih besar, lalu menunggu tanaman hingga siap untuk dipanen. Setelah dilakukan pemanenan, akar dan bagian tanaman yang rusak dipotong, lalu ditimbang. Setelah ditimbang kemudian dikemas, diberi label, dan disimpan di *refrigerator* sambil menunggu proses pengiriman.

Secara garis besar, metode PFAL memerlukan 2 (dua) ruangan yaitu *operation room* dan *culture room*. *Operation room* terdiri dari area pengemasan, ruang pendinginan, ruang antara untuk pengiriman hasil panen, dan area persiapan peneliti sebelum masuk ke *culture room*. Area persiapan tersebut terdiri dari ruang ganti, *air shower room*, dan ruang sterilisasi peneliti. *Air shower room* memiliki pintu pada kedua sisi, hal ini bertujuan agar mencegah pertukaran udara antara *operation room* dan *culture room*. Berikut adalah contoh *layout* dari *operation room*.



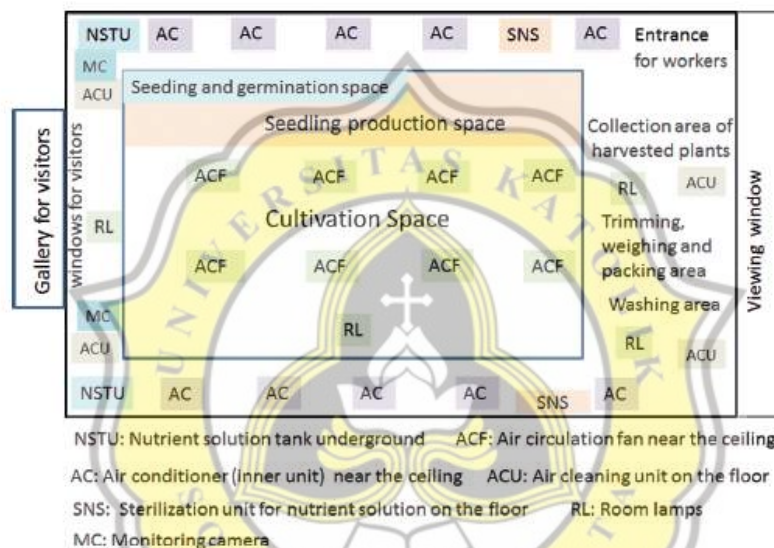
Gambar 81 Referensi layout operation room  
Sumber:Kozai et al., 2019

Ruangan yang kedua adalah *Culture Room*, saat akan memasuki ruangan ini peneliti perlu untuk membersihkan diri dan mensterilkan barang – barang (masker, penutup kepala, sarung tangan, *gloves*, *boots*, dan lainnya) yang dibawa masuk ke dalam *culture room*.

Skema langkah yang dilakukan peneliti sebelum masuk ke *culture room* adalah sebagai berikut, ganti baju, penyemprotan dengan di *air shower* pertama, melakukan sterilisasi dan menggunakan seragam, masker, *gloves*, penutup kepala, *boots*, penyemprotan dengan *air shower* kedua, lalu masuk ke *culture room*.

Rasio *culture room* terhadap penyemaian, pembibitan, dan penanaman sebesar 1:12:50. Setiap rak memiliki lebar 1-2 meter dengan panjang menyesuaikan besar *culture room*. Jarak vertikal antar rak berkisar antara 30-100 cm tergantung dari kebutuhan jenis tanaman. Lebar koridor rak berkisar 1 meter tergantung dari kebutuhan metode transplantasi dan pemanenan yang digunakan.

Selain budidaya tanaman, proses pemotongan, penimbangan dan pengepakan dilakukan pada ruangan ini. Hasil panen yang keluar dari ruangan ini sudah terkemas dengan baik dan selanjutnya akan diberi label di *operation room*. Berikut adalah contoh *layout* dari *culture room*.



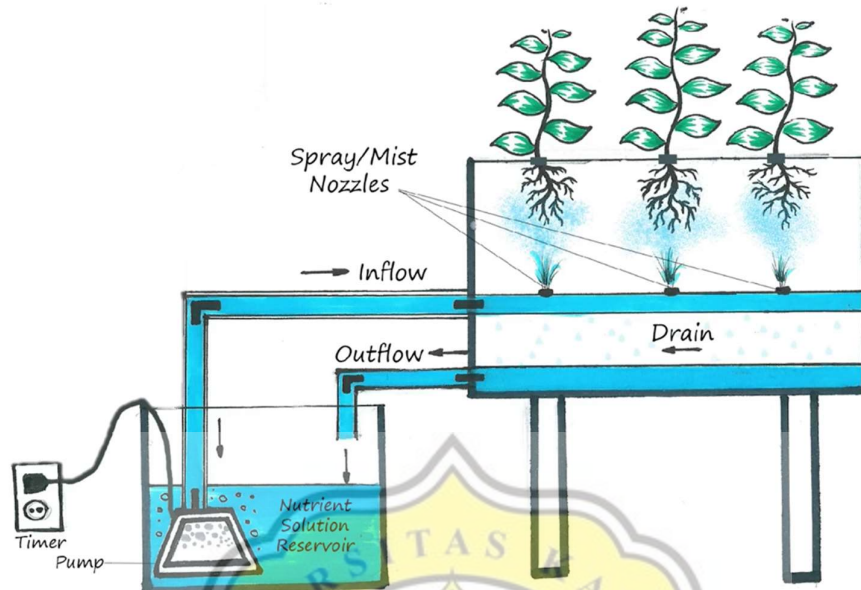
Gambar 82 Referensi layout culture room  
 Sumber: Kozai et al., 2019

## 5.6 Aeroponic system

*Aeroponic system* adalah salah satu metode penanaman dengan tidak menggunakan media tanah sebagai media tanam. Tanaman akan diletakan pada suatu wadah dan diberi sekat, bagian akar dan pangkal batang akan berada dibawah sekat tersebut dan bagian atas tanaman berada diatas.

Proses penyiraman akan dilakukan dengan menyemprotkan nutrisi dan unsur hara ke bagian akar. Penyiraman tidak dilakukan setiap saat tetapi dengan menggunakan timer dengan waktu tertentu, seperti setiap 15 menit *sprayer* menyala, maka *sprayer* akan mati selama 2,5 menit. Penerapan sistem ini memerlukan jaringan penyaluran air, *sprinkler*, *timer*, pipa pralon, pompa air, bak untuk larutan nutrisi, wadah untuk penanaman tanaman. Penerapan sistem ini dinilai juga lebih menghemat air karena nutrisi sudah dilarutkan kedalam air dan langsung

disemprotkan ke akar sehingga penyerapan nutrisi juga lebih maksimal. Sistem ini akan digunakan pada metode PFAL yang dilakukan di laboratorium budidaya.



Gambar 83 Skema penerapan aeroponic system  
Sumber: youtube.com

### 5.7 Penerapan *wayfinding* pada bangunan

Bangunan Pusat Riset dan Penelitian Tanaman Biofarmaka menggunakan tata ruang *cluster*. Agar memudahkan untuk mencapai area tersebut maka diperlukan alur *wayfinding* atau *signage*. Proses *wayfinding* memecahkan 3 (tiga) masalah yaitu pemrosesan informasi, pengambilan keputusan, dan tindakan aksi yang diambil (Passini dalam Tanuwidjaya, 2012)(Tanuwidjaja, 2012). Terdapat berbagai komponen – komponen *wayfinding process* yang dirangkum sebagai berikut,

- *Wayfinding task* (Tujuan *wayfinding*)  
Proses *wayfinding* dikatakan berhasil ketika pengguna mampu mencapai lokasi sesuai dengan estimasi waktu yang telah ditentukan.
- *Enviromental Information* (Informasi dari Lingkungan)  
Dalam proses *wayfinding* memerlukan input – input informasi berupa tanda, peta, direktori, dan penanda – penanda dari lingkungan baik alami dan buatan. Informasi juga bisa berupa rangsangan – rangsangan yang berupa arsitektural dan non-arsitektural.

- *Information Processing* (Proses pengolahan informasi)  
Selanjutnya individu pengguna dalam mengenal lingkungan dan memproses informasi – informasi yang didapat sehingga pengguna mengambil keputusan dalam menemukan jalan.
- *Cognitive Memory* (Ingatan Kognitif)  
Informasi – informasi yang ditangkap oleh pengguna akan mempengaruhi kecepatan pengguna dalam mencapai area tersebut.
- *Wayfinding Decision* (Keputusan *wayfinding*) dan *Behavioural Action* (Tindakan perilaku)  
Tahap ini ketika pengguna mengambil keputusan terhadap tindakan yang dilakukan, proses ini menentukan bagaimana keberhasilan proses *wayfinding*.

Tujuan dari penerapan *wayfinding* adalah memberikan informasi agar memudahkan pengguna dalam mencapai area yang diinginkan. Berikut adalah contoh penerapan *wayfinding* dalam pusat penelitian, laboratorium, dan lainnya,



Gambar 84 Contoh penerapan wayfinding  
Sumber: Hi-Design International Publishing (HK) CO., 2015

## 5.8 Penerapan *adaptive facade*

Pada bangunan Pusat Riset dan Pengembangan Tanaman Biofarmaka menggunakan *adaptive facade* untuk upaya penghematan energi yang digunakan dalam bangunan. Terdapat beberapa karakteristik tipologi dari *adaptive facade*, sebagai berikut,

Tabel 30 Tabel karakteristik tipologi *adaptive facade*  
Sumber: Tabadkani et al., 2021

Façade type	Requirement(s)	Limitation	Potential	User interaction	Upgraded version
Active	active technologies without sophisticated electronics	controlling indoor environment is not the aim	self-adjustment of façade that can be controlled by internal and external environment	No	–
Passive	passive design	a passive design makes it an adaptive façade	weather-protective layer that can improve indoor comfort condition	No	Intelligent façade
Biomimetic	mimicking natural inspirations	only responds to outdoor environmental condition and certain thresholds	uses biomimetic principles of nature with least energy involvement	No	–
Kinetic	complex mechanical or electro-mechanical mechanisms	corresponds only to outdoor environment	allows a wide range of possible motions	No	Responsive façade
Intelligent	Integrating automated and manual controlling through intelligent components	requires sensors, actuators and controllers to control indoor environment and computational technology to predict	has the ability to learn and respond over time either by learning facilities or real-time controllers	Yes	Responsive façade
Interactive/Media	sensors, actuators and controllers in combination with direct human interventions	do not influence indoor comfort	responds in real-time by human-based signals	Yes	–
Movable	mobile systems in façade scale to quickly respond to climatic changes	user comfort is not the aim	has the ability to produce energy	No	Kinetic façade
Responsive	sensors, actuators and controllers to control indoor environment	need an act to response	allows real-time environmental perception and user-oriented operations	Yes	–
Smart	smart materials for intrinsic control	limited to materials with specific physical properties that are time-dependent	no need for external energy to generate movements	No	Intelligent façade Responsive façade Switchable façade
Switchable	adaptive materials for intrinsic control	limited to transparent components with specific physical properties	can be controllable either actively by users or passively by outdoor environmental condition	Yes	–

Berdasarkan tabel diatas, tipologi *adaptive facade* yang akan digunakan adalah *responsive facade* seperti yang diterapkan pada Kiefer Technic Showroom di Austria. Kerja fasad adalah mengoptimalkan kenyamanan dalam ruangan berdasarkan kondisi luar melalui panel aluminium yang dikontrol dengan menggunakan sensor cahaya. Selain itu juga memungkinkan pengguna bangunan ingin mengontrol gerak buka tutup fasad saat dibutuhkan.

Berdasarkan tabel diatas, tipologi *adaptive facade* yang akan digunakan adalah *responsive facade* seperti yang diterapkan pada Kiefer Technic Showroom di Austria. Kerja fasad adalah mengoptimalkan kenyamanan dalam ruangan berdasarkan kondisi luar melalui panel aluminium yang dikontrol dengan menggunakan sensor cahaya. Selain itu juga memungkinkan pengguna bangunan ingin mengontrol gerak buka tutup fasad saat dibutuhkan.

Bahan yang digunakan sebagai fasad pembatas *indoor* dan *outdoor* adalah menggunakan *aluminium glass* dengan insulasi panas. Sedangkan *adaptive façade* menggunakan *folding elements* yang terbuat dari *perfeorated aluminium*, yang digerakkan secara elektrik.



Gambar 85 Foto bangunan Kiefer Technic Showroom  
Sumber: [architonic.com](http://architonic.com)

