

## KAJIAN PRINSIP LABORATORIUM DALAM ARSITEKTUR PADA LABORATORIUM ENERGI BARU DAN TERBARUKAN UNS DI KARANGANYAR

**Adesti Ulfatunnisa, Mohamad Muqoffa, Fauzan Ali Ikhsan**  
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta  
[adesti\\_101@student.uns.ac.id](mailto:adesti_101@student.uns.ac.id)

### Abstrak

*Saat ini Indonesia sedang dalam usaha menuju transisi energi. Isu tersebut menarik perhatian masyarakat global karena berkaitan dengan upaya menyelamatkan bumi dan menjaga kelangsungan ekosistem makhluk hidup. Pada pertemuan G20 di Bali tahun 2022, isu transisi energi menjadi salah satu isu prioritas mengingat adanya indikasi kembali naiknya emisi gas CO<sub>2</sub> pada 2021 pada tingkat yang lebih tinggi dibanding sebelum pandemi Covid-19. Transisi energi merupakan proses merubah penggunaan sumber energi fosil yang tidak ramah lingkungan menjadi penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) yang bersih dan ramah lingkungan. Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan UNS di Karanganyar merupakan laboratorium pendidikan untuk penelitian dan pengembangan EBT sebagai bentuk partisipasi dalam usaha Indonesia menuju transisi energi.*

*Oleh karena itu, diperlukan adanya kajian prinsip laboratorium dalam arsitektur agar menghasilkan desain laboratorium yang efisien. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif melalui kajian pustaka terkait serta interview kepada akademisi Universitas Negeri Sebelas Maret. Hasil dari penelitian ini berupa kriteria desain ruang Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan UNS di Karanganyar.*

**Kata kunci:** *Transisi Energi, Laboratorium, Energi Baru dan Terbarukan.*

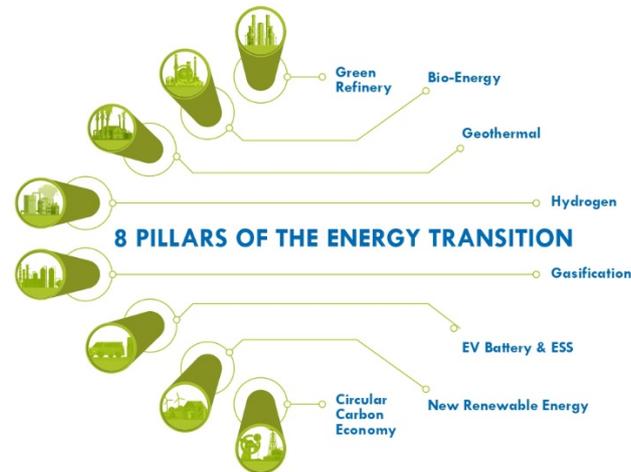
### 1. PENDAHULUAN

#### Transisi Energi di Indonesia

Sebagai 80% konsumen energi dunia, kelompok negara G20 memiliki peran vital dalam Upaya menekan kenaikan pemanasan global dan mencegah perubahan iklim (D’Orazio, 2022). Indonesia merupakan salah satu negara dari kelompok negara G20 maka Indonesia juga memiliki peran untuk menekan kenaikan pemanasan global tersebut. Namun nampaknya G20 masih memiliki sejumlah tantangan mengingat adanya indikasi kembali naiknya emisi gas CO<sub>2</sub> di negara G20 pada tahun 2021, rata-rata sebesar 5,9% (Prunel et al., 2022). Padahal pada periode pandemi di tahun 2020, sempat terjadi penurunan emisi di negara G20, rata-rata sebesar 4,9% (Prunel et al., 2022). Fenomena pemulihan ekonomi yang berjalan sangat cepat dibarengi dengan lonjakan kembali permintaan barang dan jasa di tahun 2021 ditengarai menjadi penggerak konsumsi energi hingga naik pada tingkat yang lebih tinggi dibanding sebelum pandemi (Bocca & Ashraf, 2022).

Usaha Indonesia menuju transisi energi dengan menetapkan target Bauran Energi Terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025, 31% pada tahun 2050, serta berkomitmen dalam penurunan emisi sebesar 29% pada tahun 2030 (pertamina.com). Transisi energi adalah proses merubah penggunaan sumber energi fosil yang tidak ramah lingkungan menjadi energi bersih yang ramah lingkungan (Wardhana & Ma’rifatullah, 2020). Proses transisi energi bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan. Merujuk data Kementerian ESDM, sampai tahun 2022, porsi penggunaan energi bersih (EBT) dalam bauran energi nasional baru mencapai 11,31% pada 2020, 12,2% pada 2021, dan 12,8% 2022. Persentase ini merupakan pekerjaan besar sekiranya hendak mencapai target bauran energi bersih 23% pada 2025 (Pakpahan, 2023). Dalam upayanya, Pemerintah Indonesia mengeluarkan seperangkat kebijakan :

1. UU no 30 tahun 2007 tentang Energi
2. PP no 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional
3. Perpres no 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)
4. Perpres no 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan.



**Gambar 1**  
**8 Pilar Dalam Transisi Energi**  
Sumber: Pertamina, 2020

Berdasarkan gambar 1 tersebut terdapat 8 pilar penting dalam proses transisi energi salah satunya yaitu energi baru dan terbarukan (*New Renewable Energy*). Energi baru dan terbarukan termasuk dalam bentuk energi bersih atau energi hijau yang ramah lingkungan.

### **Energi Baru dan Terbarukan (EBT)**

Energi adalah hal yang membuat segala sesuatu di sekitar kita terjadi - kita menggunakan energi untuk semua hal yang kita lakukan (Silitonga et al., 2020). Energi Terbarukan adalah energi yang bersumber dari elemen alam di bumi dalam jumlah besar dan sumber energi paling bersih di bumi (Silitonga et al., 2020). Menurut Silitonga et al., (2020) jenis Energi Baru dan Terbarukan yaitu : Energi Surya, Energi Angin, Energi Biomassa, Energi Air, Energi Kelautan , Energi Panas Bumi

Energi terbarukan berbasis nonpangan cukup layak untuk dikembangkan di Indonesia karena berbagai alasan penting yaitu pertama, energi ini tidak akan menimbulkan konflik dengan sektor pangan, seperti halnya bahan bakar nabati yang bersumber dari pangan, kedua, energi terbarukan berbasis nonpangan dengan memanfaatkan sumber energi yang ada di alam, seperti matahari, angin, dan air dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim dunia., ketiga, energi terbarukan berbasis nonpangan dapat memenuhi kebutuhan energi di Indonesia yang saat ini masih didominasi energi fosil (Soerawidjaja, 2010)

### **Laboratorium**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), laboratorium adalah tempat atau kamar dan sebagainya tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan (penyelidikan dan sebagainya). Laboratorium adalah suatu tempat dimana percobaan dan penyelidikan dilakukan (As'ari, 2022). Laboratorium juga diartikan sebagai suatu tempat dimana guru dan siswa melakukan kegiatan percobaan atau penelitian, sehingga laboratorium tidak selalu berarti gedung laboratorium tetapi dapat berupa kebun, lapangan dan lain-lain yang dipakai untuk kegiatan tersebut (Kunnti & Astuti, 2014). Sehingga dapat disimpulkan bahwa laboratorium energi baru dan terbarukan (EBT) adalah suatu tempat untuk melakukan percobaan dan penyelidikan terkait energi yang bersumber dari elemen alam di bumi.

## **Potensi EBT di Desa Kemuning, Karanganyar**

Desa Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar merupakan desa dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah berupa hamparan perkebunan teh, kopi, sayuran, dan buah-buahan, sumber air, dan sungai. Desa Kemuning merupakan salah satu genthong banyu (sumber air) di Karanganyar serta terdapat sungai yang airnya mengalir sepanjang tahun. Air sungai di Desa Kemuning belum dimanfaatkan secara maksimal. Potensi air sungai di Desa Kemuning bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi baru dan terbarukan tenaga air berupa pembangkit listrik.

Menurut Silitonga et al., (2020) jenis pembangkit listrik tenaga air menurut kapasitasnya yaitu:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro: < 5 kW, diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH): 5 – 500 kW, diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan skala desa.
3. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM): 0,5 – 10 MW, diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan beberapa desa, dan bisa dihubungkan dengan jaringan listrik skala besar.
4. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA): 10 MW >

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dapat menjadi salah satu solusi pemenuhan kebutuhan listrik dan dapat memberikan manfaat bagi peningkatan aktivitas ekonomi masyarakat (Damastuti, 1997).

Saat ini di Desa Kemuning terdapat pengembangan PLTMH dalam program Kedaireka oleh Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS). Kedaireka merupakan program Kementrian untuk membangun suatu platform kerja sama antar perguruan tinggi dengan dunia usaha dan dunia industri serta pihak-pihak terkait. Kedaireka UNS di Desa Kemuning yang diusulkan oleh Prof. Dr. Ir. Ahmad Yunus, M.S. berjudul “Pengembangan UMKM di Desa Wisata Kemuning berbasis EBT”. Program yang dilaksanakan dalam Kedaireka UNS di Desa Kemuning yaitu :

1. Pengembangan budidaya teh dan kopi
2. Pengembangan produksi UMKM minyak atsiri
3. Pengembangan produksi UMKM jamur
4. Pengembangan IOT untuk budidaya rumah jamur
5. Pengembangan keterampilan pengemasan dan pemasaran produk hasil UMKM
6. Pengembangan probiotik pakan kambing
7. Pengembangan pengolahan pupuk kompos

Oleh karena itu, dibutuhkan adanya Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan salah satunya dalam dunia pendidikan sebagai wadah penelitian dan pengembangan EBT sebagai bentuk partisipasi dalam usaha Indonesia menuju transisi energi. Untuk menghasilkan desain laboratorium yang efisien dilakukan penelitian terkait prinsip laboratorium dalam arsitektur. Dari penelitian tersebut akan didapatkan hasil berupa kriteria desain ruang Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan UNS di Karanganyar.

## **2. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif melalui proses kajian pustaka dan wawancara/interview.

## **2.1 Kajian Pustaka**

Tahap kajian pustaka terdiri dari studi pustaka terkait laboratorium yang berasal dari buku dan jurnal serta studi preseden. Studi pustaka terkait laboratorium terdiri dari :

1. Standar Perancangan Laboratorium (Diberardinis et al., 2013)  
Buku ini berisi tentang peraturan dan standar desain laboratorium yang sehat dan aman serta mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan. Dari buku ini didapatkan hasil berupa pembagian peruangan laboratorium untuk meminimalisir adanya dampak kontaminasi pada lingkungan.
2. Tipologi Dasar Bangunan Untuk Laboratorium Penelitian (Watch, 2002)  
Buku ini berisi tentang dasar tipe bangunan untuk laboratorium penelitian. Dari buku ini didapatkan hasil berupa peruangan yang ada pada laboratorium penelitian.
3. Desain Laboratorium Penelitian yang Berkelanjutan (McDonough, 2010)  
Buku ini berisi tentang perancangan laboratorium penelitian yang berkelanjutan. Dari buku ini didapatkan temuan bahwa untuk menghasilkan desain laboratorium penelitian yang berkelanjutan bangunan harus memiliki sirkulasi dan penataan ruang yang efektif dan efisien serta responsif terhadap alam berupa penggunaan pencahayaan dan penghawaan alami.

Sedangkan studi preseden terkait laboratorium terdiri dari :

1. Laboratorium Energi Baru dan Terbarukan Nasional (Van Geet, 2010)  
Laboratorium penelitian dan pengembangan EBT nasional yang berlokasi di Golden, Colorado, Amerika Serikat yang dibangun pada tahun 2013.
2. Institut Salk (Jolla, 2016)  
Institut Salk merupakan bangunan pendidikan untuk pusat penelitian biologi yang dirancang oleh arsitek Louis Khan yang berlokasi di San Diego dan dibangun pada tahun 1965. Desain yang ditonjolkan pada bangunan Institut Salk yaitu desain laboratorium yang mewadahi kolaborasi riset antar bidang keilmuan yang berbeda.

## **2.2 Wawancara/interview**

Tahap wawancara dilakukan dengan responden yaitu akademisi Universitas Negeri Sebelas Maret berupa dosen dan mahasiswa dari Teknik Mesin.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

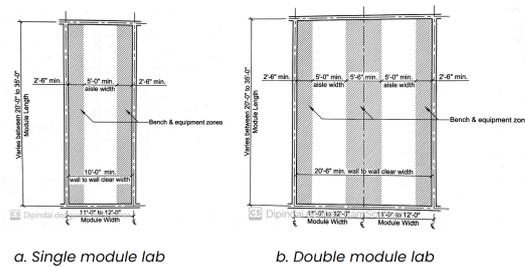
### **3.1 Standar Perancangan Laboratorium (Diberardinis et al., 2013)**

Buku ini membahas tentang peraturan dan standar desain laboratorium yang sehat, aman, dan mempertimbangkan lingkungan. Menurut Diberardinis et al., (2013), pembagian ruang laboratorium berdasarkan fungsi yaitu :

1. Unit Laboratorium
2. Ruang fasilitas pendukung laboratorium : ruang peralatan dan gudang
3. Ruang administrasi (kantor)
4. Ruang fasilitas pendukung laboran : Lobby, ruang pertolongan pertama, ruang rekreasi (taman), toilet, ruang loker, kafetaria, pantry,dll
5. Ruang pendukung lainnya : Gudang umum, gudang khusus, janitor, loading dock

Sedangkan prinsip laboratorium menurut Diberardinis et al., (2013) yaitu :

1. Modular



**Gambar 2**  
**Modular pada laboratorium**

Sumber: Diberardinis et al., 2013

Prinsip modular pada laboratorium membuat laboratorium menjadi lebih efisien dan fleksibel.

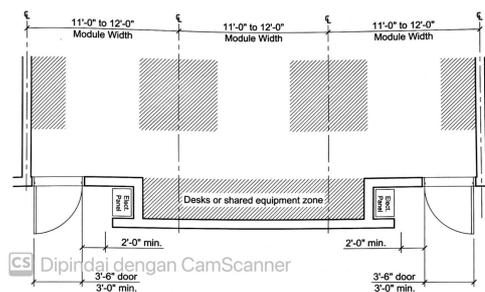
2. Standar sirkulasi

Sirkulasi dalam laboratorium minimal memiliki lebar lorong 1,5 m.

3. Standar ukuran panjang ruang

Umumnya panjang ruang laboratorium yaitu 6 – 10 meter.

4. Akses masuk dan keluar laboratorium

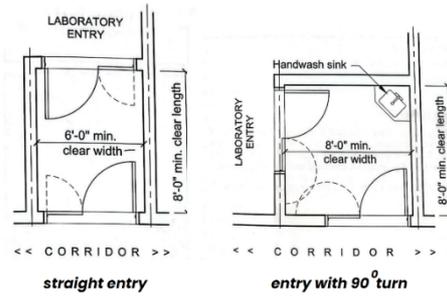


**Gambar 3**  
**Akses keluar atau masuk ruang dengan pintu satu daun**

Sumber: Diberardinis et al., 2013

- a. Akses keluar harus bebas dari perabotan yang mudah meledak atau mudah terbakar
  - b. Pada laboratorium dengan potensi bahaya ledakan, akses keluar minimal terdiri dari 2 akses atau bahkan lebih
  - c. Pada pintu keluar, ayunan arah pintu harus kearah keluar bangunan.
5. Ruang depan (*Anteroom*) dalam laboratorium
- a. Laboratorium mungkin memerlukan ruang depan (*anterooms*) di pintu masuk utama untuk menyediakan kontrol akses dan keamanan yang ditingkatkan.
  - b. *Anterooms* biasanya ada pada laboratorium : dengan radiasi, mikroelektronik, dengan ruang yang bersih dan steril, beracun, *engineering, pilot plant laboratories, biosafety laboratories level 3* dan 4, laboratorium autopsi dan anatomi.

c. Anterooms sebagai kontrol akses dan keamanan :

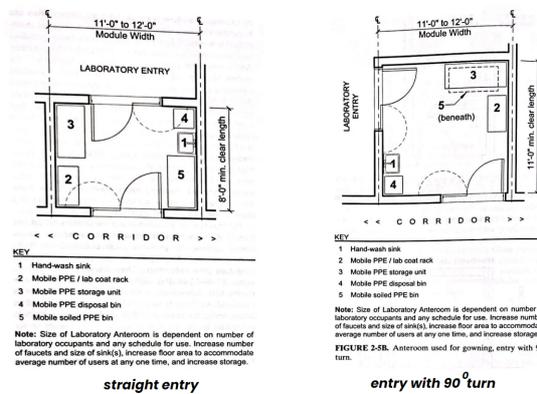


Gambar 4

Ruang depan pada laboratorium

Sumber: Diberardinis et al., 2013

d. Anterooms sebagai ruang ganti personal protective equipment (PPE) :

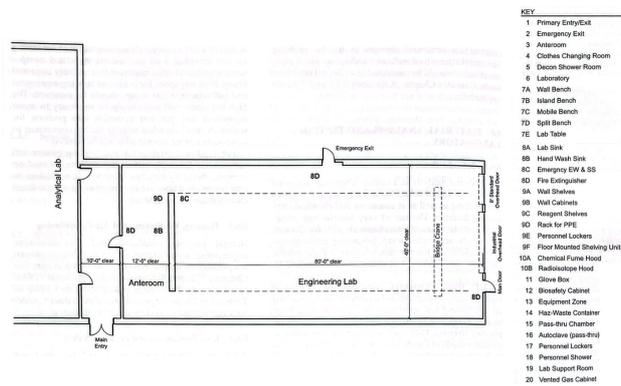


Gambar 5

Ruang depan sebagai personal protective equipment (PPE)

Sumber: Diberardinis et al., 2013

Di dalam buku ini dijelaskan jenis laboratorium berdasarkan bidang keilmuan salah satunya yaitu laboratorium teknik. Menurut Diberardinis (2013), laboratorium Teknik dapat merujuk ke bagian dari lembaga pendidikan tempat prinsip-prinsip teknik diajarkan, didemonstrasikan, dan diteliti, atau ke fasilitas industri.



Gambar 6

Layout Laboratorium teknik dan pengujian bahan

Sumber: Diberardinis et al., 2013

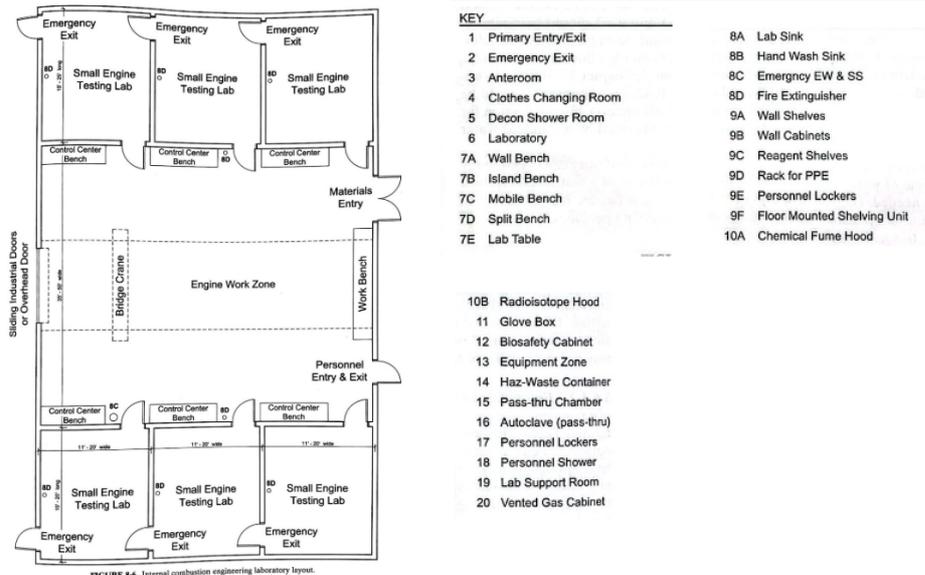


FIGURE 54. Internal combustion engineering laboratory layout.

Gambar 7

Layout Laboratorium teknik pembakaran dalam

Sumber: Diberardinis et al., 2013

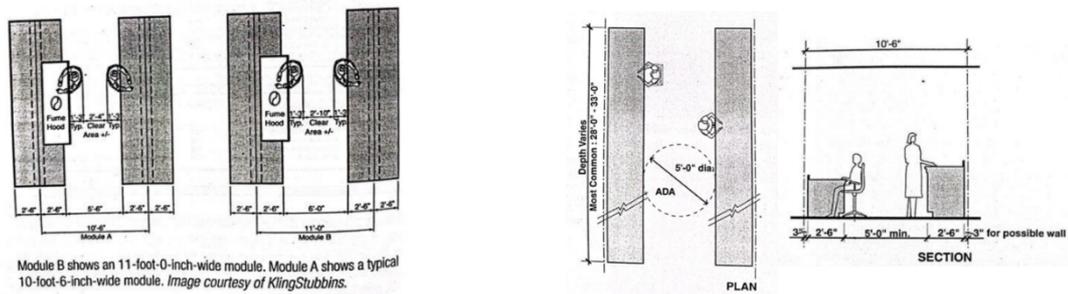
3.2 Tipologi Dasar Bangunan Untuk Laboratorium Penelitian (Watch, 2002)

Buku ini membahas tentang dasar tipe bangunan untuk laboratorium penelitian. Menurut Watch, (2002), program ruang dalam laboratorium penelitian terdiri dari :

1. Kantor dan area administratif  
Terdapat hubungan antara ruang kantor dengan ruang kantor serta ruang kantor dengan ruang penelitian. Biasanya terdiri dari : private office, share office, ruang kerja terbuka, dan ruang yang mengakomodasi beberapa staff.
2. Ruang pendukung laboratorium  
Ruang bersama berupa ruang meeting, seminar, diskusi, dan fungsi sosial - komunitas lainnya. Ruang ini secara psikologi dapat membantu meningkatkan produktivitas dan semangat para peneliti. Diantaranya yaitu: ruang konferens, ruang istirahat, perpustakaan, ruang seminar, dan ruang kolaborasi.
3. Ruang inti laboratorium  
Ruang ini dipengaruhi oleh fungsi, jenis, dan objek penelitian yang dilakukan.
4. Bangunan pendukung : lobby, ruang pertolongan pertama, ruang rekreasi (taman), toilet, ruang loker, kafetaria, pantry,dll

3.3 Desain Laboratorium Penelitian yang Berkelanjutan (Mcdonough, 2010)

Buku ini membahas tentang laboratorium penelitian dengan desain yang berkelanjutan. Salah satu hal penting yang mempengaruhi keberlanjutan suatu laboratorium yaitu sirkulasi. Menurut Kling Stubbins (2010), standar sirkulasi dalam laboratorium kerja bangku ditunjukkan pada gambar dibawah.

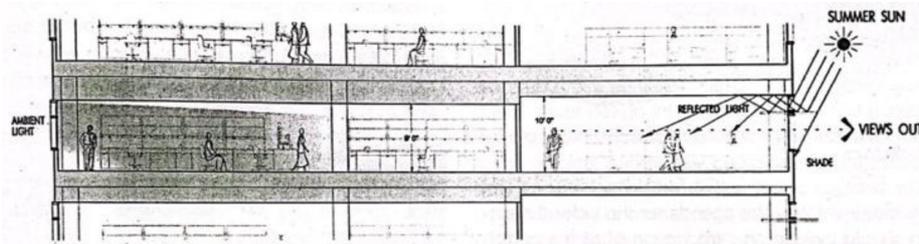


Gambar 8

Standar lebar sirkulasi dalam laboratorium dengan kerja duduk

Sumber: Mcdonough, 2010

Selain itu, untuk mencapai desain laboratorium yang berkelanjutan diperlukan pertimbangan respon terhadap lingkungan salah satunya matahari. Menurut Mcdonough, (2010) respon terhadap Cahaya alami dapat mempengaruhi bentuk bangunan dan desain *shading device* (pembayangan).

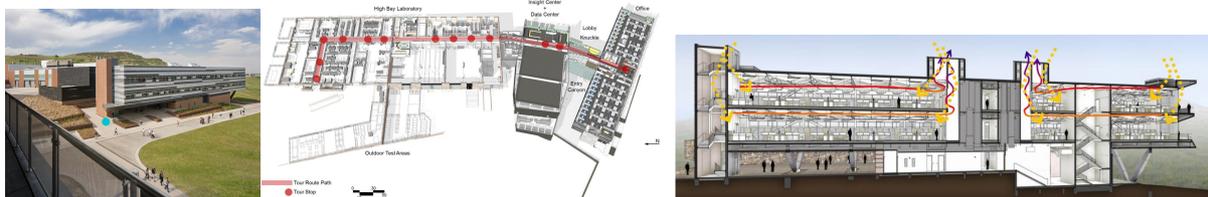


Gambar 9

Desain skematik diagram sinar matahari memasuki ruangan

Sumber: Mcdonough, 2010

### 3.4 National Renewable Energy Laboratory (NREL) (Van Geet, 2010)



Gambar 10

National Renewable Energy Laboratory

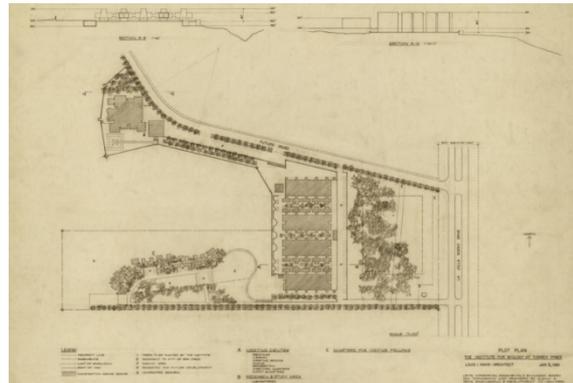
Sumber: Van Geet, 2010

NREL merupakan laboratorium penelitian dan pengembangan EBT nasional yang berlokasi di Golden, Colorado, Amerika Serikat. NREL dibangun pada tahun 2013 yang berspesialisasi dalam penelitian dan pengembangan EBT, efisiensi energi, integrasi sistem energi, dan transportasi berkelanjutan. NREL merupakan laboratorium yang meneliti terkait EBT energi surya, energi angin, dan bioenergi. Pembagian ruang dalam laboratorium ini adalah sebagai berikut :

1. Pusat Fotovoltaik Nasional  
Dalam laboratorium ini terdapat ruang laboratorium sains dan teknologi, laboratorium uji luar ruangan, dan laboratorium riset energi matahari.
2. Pusat Bioenergi Nasional  
Dalam laboratorium ini terdapat ruang laboratorium biorefinery terbadu dan termokimia.
3. Pusat Teknologi Angin Nasional  
Dalam laboratorium ini terdapat ruang laboratorium uji, laboratorium uji lapangan, area kerja, bengkel mesin, laboratorium elektronik, kantor, ruang utilitas dan servis.

4. Fasilitas pendukung

3.5 Institut Salk (Jolla, 2016)



**Gambar 11**  
**Salk Institute for Biological Studies**

Sumber: Jolla, 2016

Salk Institute merupakan bangunan pusat penelitian biologi yang dirancang oleh arsitek Louis Khan yang berlokasi di San Diego. Salk Institute merupakan bangunan pusat penelitian yang memungkinkan biologis dan peneliti lainnya bisa berkerja bersama dalam lingkungan kolaborasi yang akan mendorong mereka untuk mempertimbangkan implikasi yang lebih luas dari penemuan mereka untuk masa depan kemanusiaan. Salk Institute merupakan bangunan pusat penelitian yang didalamnya terdapat beberapa laboratorium. Ruang laboratorium harus luas, terbuka, fleksibel, dan mudah diperbarui serta harus bisa menjadi lingkungan yang memberikan inspirasi bagi para peneliti. Bangunan Salk Institute terdiri dari 2 tower yang menghadap kelaut. Tiga bagian yang ditonjolkan dalam bentuk Salk Institute yaitu *The Laboratory, The Meeting Place, The Living Place*.

3.6 Hasil Wawancara

Wawancara dilakukan kepada akademisi UNS yang meliputi perwakilan dosen dan mahasiswa Teknik Mesin. Dari wawancara tersebut didapatkan hasil berupa kegiatan dan ruangan yang dibutuhkan dalam laboratorium EBT. Hasil wawancara dapat dilihat pada tabel berikut.

**TABEL 1**  
**HASIL WAWANCARA : LABORATORIUM EBT ENERGI AIR**

LABORATORIUM EBT ENERGI AIR									
Lab Terbuka			Lab Tertutup						Fasilitas Lain
Ruang	Kegiatan	Alat	Lab Riset Turbin			Lab Fabrikasi			
			Ruang	Kegiatan	Alat	Kegiatan	Alat		
Lab. Uji Turbin implus luar ruangan	- Pengujian jenis-jenis turbin implus - Menguji pengaruh perbedaan debit air, jumlah sudu, dan sudut kelengkungan sudu turbin terhadap jumlah listrik yang dihasilkan.	- Turbin - Generator - Alat ukur debit - Flow meter - Tachometer - Volt meter	Ruang Panel	- Mengetahui jumlah listrik yang dihasilkan (agar listrik bisa digunakan) - Mencari dan mengukur efisiensi listrik yang dihasilkan - Monitoring	- Generator - Multi meter - Power analyser - Step up - Step down - Box	- Pemotongan besi - Pembentukan sudu turbin - Pengelasan - Pembentukan poros - Perakitan	- Mesin Pemotong hidrolik - Alat las - Mesin bubut - Mesin frais - Mesin penekuk	- Gudang Umum - Gudang Khusus - Kantor - Ruang meeting - Pantry - Dormitory - Toilet - Mushola - Janitor	
Lab Uji Turbin Reaksi luar ruangan	- Pengujian jenis-jenis turbin reaksi - Menguji pengaruh perbedaan debit air, jumlah sudu, dan sudut kelengkungan sudu turbin terhadap jumlah listrik yang dihasilkan.	- Water vortex - Turbin - Generator - Alat ukur debit - Flow meter - Tachometer - Volt meter	Ruang Elektronik	- Menyolder - Mengukur voltase - Data logger - Electric load controller (menstabilkan beban generator)	- Alat ukur voltase - Meja kerja				
			Ruang Instalasi			Lab hidrologi			

**Prinsip Desain Laboratorium Dalam Arsitektur**

**TABEL 2  
PRINSIP DESAIN RUANG LABORATORIUM**

Prinsip Desain Ruang Laboratorium				
Disesuaikan dengan jenis kegiatan penelitian yang diwadahi				
Pembagian Ruang	Ukuran	Modular	Ventilasi	Kondisi Lantai
1. Unit laboratorium 2. Ruang Fasilitas Pendukung Laboratorium 3. Ruang Fasilitas Pendukung Laboran 4. Kantor 5. Ruang Servis dan Utilitas	Panjang ruang laboratorium yaitu 6 – 10 meter.	1. <i>Single module</i> 2. <i>Double module</i>	Menurut SNI 03-6572-2001, jumlah bukaan ventilasi tidak kurang dari 5% terhadap luas lantai ruangan yang membutuhkan ventilasi.	Permukaan jalan rata, tidak licin dan tanpa rintangan
		Prinsip modular pada laboratorium membuat laboratorium menjadi lebih efisien dan fleksibel.	Diperlukan juga ventilasi mekanik seperti blower dan exhaust fan sebagai alat untuk mengatur sirkulasi udara dalam Laboratorium.	Penerapan garis demarkasi pada lantai

**TABEL 3  
PRINSIP SIRKULASI DAN UTILITAS SERVIS LABORATORIUM**

Sirkulasi		Utilitas Servis Laboratorium	
Sirkulasi Luar	Sirkulasi Dalam	<i>Service Corridor</i>	<i>Interestial Floor</i>
Harus ada konektivitas antar unit laboratorium maupun dengan fasilitas pendukung lainnya.	Sirkulasi dalam laboratorium minimal memiliki lebar lorong 1,5 m.  Pada laboratorium dengan potensi bahaya ledakan:  1. akses keluar minimal terdiri dari 2 akses atau bahkan lebih 2. akses keluar harus bebas dari perabotan yang mudah meledak atau mudah terbakar 3. pada pintu keluar, ayunan arah pintu harus kearah keluar bangunan.	Koridor laboratorium sebagai akses servis pada tiap unit laboratorium	Berupa ruang antara pada tiap lantai laboratorium yang di fungsikan sebagai akses servis pada tiap unit laboratorium dibawahnya
		Pemilihan sistem utilitas servis laboratorium berdasarkan kebutuhan jenis laboratorium.	

Prinsip Desain Laboratorium EBT UNS di Karanganyar

TABEL 4  
PRINSIP DESAIN RUANG LABORATORIUM EBT UNS DI KARANGANYAR

Pembagian Ruang						
Unit Laboratorium			Fasilitas Pendukung Laboratorium	Kantor	Fasilitas Pendukung Laboran	Ruang Servis dan Utilitas
Laboratorium Uji	Laboratorium Riset Turbin	Laboratorium Fabrikasi				
Lab uji luar ruangan	Ruang Panel	Ruang Mekanik Bersih	Ruang Meeting	Kantor Administrasi	Cafeteria	Area Parkir
Lab uji dalam ruangan	Ruang Elektronik	Ruang Mekanik Kotor	Show room	Kantor Peneliti	Pantry	Ruang sanitasi dan listrik
	Ruang Instalasi		Gudang	Ruang Direktur	Ruang P3K	Toilet
			Hall	Ruang Dosen	Hunian (Dormitory)	Area Security
			Ruang Kelas			Mushola
Syarat Khusus Ruang			Ventilasi		Sirkulasi	
Ruang Fabrikasi : Mesin tertanam dengan pondasi pada lantai Terdapat rambu-rambu keselamatan kerja dan garis demarkasi lantai			Bukaan ventilasi tidak kurang dari 5% terhadap luas lantai		Sirkulasi dalam laboratorium memiliki lebar lorong minimal 1,5 m.	
Ruang Panel: Kedap air, tidak mudah lembab, dekat dan terhubung dengan ruang pengujian			Menggunakan ventilasi mekanik seperti blower dan exhaust fun sebagai alat untuk mengatur sirkulasi udara dalam Laboratorium.		Terdapat konektivitas antar ruang	
Ruang Elektronika : Aman dari debu, harus ber AC.					Area Pengujian terhubung dengan sungai pada eksisting	
Ukuran	Kondisi Lantai		Modular		Utilitas Servis Laboratorium	
Panjang ruang laboratorium 6 – 10 meter	Permukaan jalan rata, tidak licin dan tanpa rintangan		<i>Single Module</i>		<i>Service Corridor</i>	
	Penerapan garis demarkasi pada lantai					

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa laboratorium harus memiliki ruang unit laboratorium dan pendukung, fasilitas pendukung laboran dan ruang servis. Untuk menghasilkan desain laboratorium yang efisien maka prinsip yang perlu diperhatikan yaitu modular, lebar sirkulasi minimal 1,5 m, panjang ruang minimal 6-10 m, konektivitas antar ruang, penerapan garis demarkasi untuk memperjelas area sirkulasi dalam unit laboratorium, serta pemilihan utilitas servis. Sedangkan penerapan prinsip desain ruang atau kriteria ruang dalam laboratorium pada Laboratorium EBT UNS di Karanganyar yaitu *single module*, lebar lorong minimal 1,5 m, panjang ruang 6-10 m, konektivitas antar ruang, terdapat garis demarkasi, serta *service corridor* sebagai utilitas servis.

Penerapan prinsip tersebut diharapkan dapat memberikan desain laboratorium yang efisien dan fungsional. Laboratorium yang menjadi objek yaitu laboratorium energi baru dan terbarukan dengan air sungai sebagai sumber energi. Selain itu, lokasi objek laboratorium bersebelahan dengan sungai yang dijadikan sebagai sumber energi. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait seberapa besar dampak dan pengaruh sungai terhadap desain laboratorium energi baru dan terbarukan.

#### REFERENSI

- As'ari, R. (2022). *Laboratorium Lapangan Pendidikan Geografi*. Media Sains Indonesia.
- Bocca, R., & Ashraf, M. (2022). *Fostering Effective Energy Transition*. World Economic Forum & Accenture.
- Damastuti, A. P. (1997). *Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro*. ELSPAT.
- Diberardinis, L., Baum, J., First, M., Gatwood, G., & Seth, A. (2013). *Guidlines for Laboratory Design : Health, Safety, and Environmental Considerations* (4th ed.). WILEY.
- D'Orazio, P. (2022). Mapping the emergence and diffusion of climate-related financial policies: Evidence from a cluster analysis on G20 countries. *International Economics*, 169, 135–147. <https://doi.org/10.1016/J.INTECO.2021.11.005>
- Jolla, L. (2016). *Conservation Management Plan: Salk Institute for Biological Studies*.
- Kunnti, A., & Astuti, A. (2014). Pengaruh Kondisi Laboratorium Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Negeri 11 Semarang. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi FMIPA Universitas Muhammadiyah Semarang*.
- Mcdonough, W. (2010). *Sustainable Design of Research Laboratories P L A N N I N G, D E S I G N , A N D O P E R A T I O N with a foreword by*.
- Pakpahan, A. (2023, March 27). *Menuju Transisi Energi Bersih*. Opini Pikiran Rakyat.
- Pertamina. (2020). *Transisi Energi*. Pertamina.
- Prunel, B., Crenes, M., Bchini, Q., & Hafner, M. (2022). *Global energy and climate trend 2022: The post pandemic rebound*. Enerdata.
- Silitonga, S, A., & Ibrahim, H. (2020). *Buku Ajar Energi Baru & Terbarukan*. CV Budi Utama.
- Soerawidjaja, T. H. (2010, December 17). Energi terbarukan berbasis nonpangan cukup layak untuk dikembangkan di Indonesia karena berbagai alasan penting yaitu pertama, energi ini tidak akan menimbulkan konflik dengan sektor pangan, . *Lokakarya Gasifikasi Biomassa*.
- Van Geet, O. (2010). *Laboratories for the 21st Century: Case Studies; National Renewable Energy Laboratory, Science and Technology Facility, Golden, Colorado (Brochure)*. <https://doi.org/10.2172/977307>
- Wardhana, A. R., & Ma'rifatullah, W. (2020). *Transisi Indonesia Menuju Energi Terbarukan*. 38, 269–283.
- Watch, D. (2002). *Building Type Basics for Research Laboratories*.