

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Umum

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menghasilkan sintesis berupa rekomendasi desain dengan menggunakan *software*. Penelitian melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Mencari informasi mengenai pencahayaan alami pada bangunan secara umum dan karakteristik laboratorium serta studi terdahulu yang menerapkan pencahayaan alami untuk memaksimalkan pencahayaan alami.
2. Melakukan pengamatan pada laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk menentukan laboratorium yang sesuai dengan batasan masalah.
3. Melakukan pengamatan pada bukaan dan pengukuran intensitas pencahayaan alami pada ruang laboratorium untuk mengetahui tingkat efektifitas pencahayaan alami pada ruang.
4. Melakukan simulasi menggunakan *software* untuk merekayasa pencahayaan pada ruang dan mendukung hasil pengamatan dan pengukuran langsung.
5. Menganalisis bukaan dan pencahayaan alami dari hasil pengukuran dan simulasi sebagai pertimbangan rancangan pencahayaan alami yang optimal dengan memperhatikan tapak dan lingkungan bangunan.
6. Melakukan simulasi dengan merekayasa bukaan pada ruang untuk mengoptimalkan pencahayaan alami yang masuk kedalam ruang.
7. Mengevaluasi hasil perancangan pencahayaan dengan *software* untuk mengetahui kualitas pencahayaan pada rancangan pencahayaan ruang laboratorium.

#### 3.1.1 Metode Umum Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif sebagai metode umum. Pembahasan memiliki alur deduktif yaitu menjelaskan bahasan umum terlebih dahulu lalu menjelaskan bahasan khusus. Penelitian diawali dengan pengumpulan data primer berupa survey lapangan, pengukuran, dokumentasi, dan simulasi. Pengumpulan data primer berjalan bersamaan dengan pencarian data sekunder yang berupa pustaka, standar, dan juga teori yang berkaitan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Metode deskriptif digunakan pada awal penelitian untuk memberikan deskripsi tentang situasi atau fenomena yang terjadi.

Metode eksperimental digunakan pada tahap simulasi kondisi eksisting dan desain. Lalu dilanjutkan dengan menentukan rekomendasi desain. Eksperimen pertama dilakukan pada kondisi eksisting ruang untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dalam ruang pada tanggal 21 Maret, 22 Juni dan 22 Desember pada pukul 09.00, 12.00, 15.00 WIB. Eksperimen kedua dilakukan saat simulasi desain berdasarkan variabel dan indikator penelitian. Penelitian akan dilakukan dari pertengahan bulan April hingga Juni tahun 2016.

### 3.1.2 Tahapan Operasional Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan untuk mencapai tujuan penelitian sebagai berikut.

#### 1. Identifikasi masalah

Tahap ini dilakukan dalam menentukan hipotesis atau dugaan awal dari fakta yang ada. Berdasarkan latar belakang masalah, hipotesis mengarah pada ukuran bukaan serta orientasinya yang mempengaruhi pencahayaan alami didalam ruang laboratorium. Keadaan sekitar bangunan juga mempengaruhi pencahayaan alami yang masuk, seperti peletakan vegetasi juga posisi ruang didalam bangunan. Evaluasi pencahayaan alami dalam bangunan diperlukan untuk penggunaan pencahayaan yang efisien.

#### 2. Pengumpulan data

Tahap ini dilakukan sejak awal penetapan penelitian dengan cara mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian. Data yang dikumpulkan dilapangan merupakan data primer yang dapat berupa survey, pengukuran, wawancara dan dokumentasi. Data yang dikumpulkan dari literatur pendukung serta tinjauan terdahulu merupakan data sekunder.

#### 3. Analisis data

Dari data yang diperoleh, nantinya akan dilakukan analisis menggunakan simulasi secara manual maupun digital. Sehingga, dapat ditemukan analisis yang tepat dan mengurangi adanya kesalahan data. Analisis dilakukan dengan 3 tahap, visual ruang, pengukuran langsung dan simulasi pencahayaan ruang. Dari hasil pengukuran langsung dan simulasi dilakukan validasi untuk menentukan valid tidaknya hasil simulasi *software* yang digunakan. Analisis dilakukan berdasarkan teori yang sudah dibahas pada Bab Tinjauan Pustaka.



#### 4. Sintesis

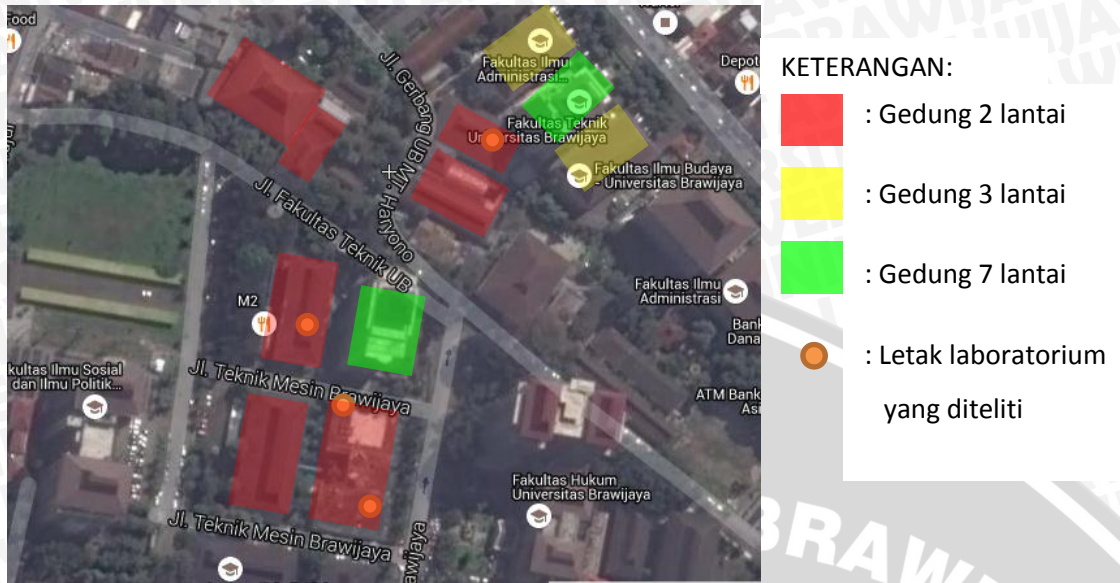
Dari analisis yang sudah dilakukan maka akan ditemukan kesimpulan dan pemecahan masalah berupa kriteria rancangan pencahayaan siang hari pada laboratorium secara umum, dan juga rancangan pencahayaan siang hari pada masing-masing laboratorium. Dari hasil tersebut diharapkan akan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu mengetahui kinerja pencahayaan alami yang ada pada ruang serta menghasilkan rekomendasi desain pencahayaan sesuai kebutuhan masing-masing laboratorium.

### 3.2 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian berada di Kota Malang ( $112,06^{\circ}$ - $112,07^{\circ}$  BT dan  $7,06^{\circ}$ - $8,02^{\circ}$  LS) dengan ketinggian 399-662 meter di atas permukaan laut. Objek terpilih yaitu laboratorium yang berada di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Lokasi objek berada di Jalan MT. Haryono 167 Malang, Jawa Timur. Berada pada  $7^{\circ}$ - $56,58^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}36,43^{\circ}$  Bujur Timur. Ruang laboratorium membutuhkan kenyamanan visual sepanjang hari selama ruang digunakan. Jadwal penggunaan laboratorium dimulai pukul 07.30 WIB hingga 16.00 WIB digunakan bergantian oleh pengguna dengan aktifitas, seperti membaca, menulis dan pengamatan. Semua kegiatan tersebut dilakukan pada bidang kerja yang tersedia.

Perbedaan ketinggian bangunan di kompleks Fakultas Teknik memengaruhi pencahayaan didalam bangunan. Laboratorium yang dipilih berada pada bangunan dengan ketinggian satu hingga dua lantai dengan posisi bangunan yang berhimpitan. Laboratorium Pengecoran Logam, Motor Bakar, dan Hidrolika Terapan berada pada lantai satu, sedangkan laboratorium Fenomena Dasar Mesin berada pada lantai 2.

Posisi gedung Teknik Pengairan berada di barat daya gedung Dekanat Fakultas Teknik dengan ketinggian 7 lantai. Hal ini juga memengaruhi pencahayaan pada laboratorium yang ada didalam gedung Teknik Pengairan, karena pembayangan dari gedung dekanat yang mencapai gedung Teknik Pengairan.



Gambar 3.1. Letak Laboratorium yang Diteliti (titik orange)  
Sumber: google images

### 3.3 Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Data Primer

Data primer dibutuhkan untuk memperoleh data eksisting melalui observasi dan pengukuran langsung. Data primer menjadi titik awal dari penelitian yang dilakukan hingga didapatkan kesimpulan yang berlaku pada kondisi eksisting. Data yang diperlukan adalah:

1. Kondisi pencahayaan alami di luar dan dalam bangunan
 

Pengukuran lapangan:

  - a. Pengukuran dilakukan kondisi langit cerah ( min 10.000 lux)
  - b. Minimal menggunakan 2 alat ukur
  - c. Setiap titik ukur didalam ruang, diukur secara bersamaan dengan titik ukur di luar ruangan (untuk mendapatkan *daylight factor*)
  - d. Hasil pengukuran digunakan untuk mengetahui DF (*daylight factor*) atau faktor pencahayaan alami, yakni  $Di/Do$  atau tingkat pencahayaan alami didalam ruang dibagi dengan tingkat pencahayaan di luar ruang.
  - e. Hasil pencahayaan alami dalam ruang (*Di*) digunakan untuk konfirmasi data simulasi digital
  - f. Hasil pengukuran di lapangan juga digunakan untuk analisis evaluasi kondisi eksisting



Data berupa pengukuran pencahayaan alami dengan mengukur intensitas cahaya dalam ruang dan distribusi cahaya di interior eksisting, lalu membandingkan dengan standar yang berlaku.

Pengukuran intensitas cahaya menggunakan luxmeter dengan mengambil beberapa titik pada modul yang nantinya ditentukan. Di kedua ruang yang diteliti harus memiliki modul yang sama dihitung jaraknya dari lubang cahaya. *Luxmeter* diletakkan pada bidang kerja yaitu 0,75 m di atas lantai. Bidang kerja juga dapat diartikan sebagai meja belajar dan papan tulis.

Kondisi di luar ruang dilaporkan berdasarkan waktu pengambilan data. Keadaan luar ruang dibagi menjadi cerah, cerah berawan, berawan, dan hujan. Waktu pengambilan data pagi-siang-sore diwakili oleh satu waktu pengukuran sehingga didapat 3 hasil ukur.

## 2. Kondisi interior

Data berupa denah eksisting yang diperoleh dengan bantuan instrumen penelitian berupa:

### a. Denah eksisting

Berupa denah yang memiliki modul titik ukur sebagai acuan pengukuran intensitas cahaya di dalam ruang laboratorium.

### b. Kamera

Pengambil gambar di luar dan dalam ruang menggunakan kamera digital atau kamera *handphone*.

### c. Luxmeter

Mengukur intensitas cahaya di luar dan dalam ruang.

### d. Meteran

Mengukur jarak titik ukur pada lantai, meja, serta bidang kerja yang lain.

## 3.3.2 Data Sekunder

Data-data yang didapatkan secara tidak langsung dikategorikan sebagai data sekunder, berfungsi untuk melengkapi, memperkuat, serta menjadi acuan pengolahan data primer.

### 1. Studi pustaka

Data diperoleh dari jurnal, buku, standar, peraturan, dan pedoman. Studi pustaka yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

- a. Literatur tentang pemanfaatan pencahayaan alami
- b. Literatur tentang lubang cahaya
- c. Literatur tentang ruang laboratorium

## 2. Studi komparasi

Komparasi dilakukan sebagai upaya memperkaya wawasan serta mendapatkan kekayaan literatur yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Objek komparasi disesuaikan dengan variabel yang diambil yaitu pencahayaan alami dan besar bukaan. Pada studi komparasi, sebaiknya lokasi objek komparasi memiliki kondisi iklim yang serupa dengan Kota Malang. Studi komparasi dalam penelitian ini adalah:

- a. Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Santa Maria Surabaya [Dora, Purnama Esa: 2011. Dimensi Interior vol 9 no2, Desember 2011: 67-69]
- b. Studi Pemanfaatan Pencahayaan Alami Pada Beberapa Rancangan Ruang Kelas Perguruan Tinggi di Medan [Sihombing, Ferry Anderson.2008. Tesis. Tidak dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara].

### 3.3.3 Validasi Data

Penelitian eksperimental membutuhkan validasi pada data yang dihasilkan oleh simulasi. Terdapat dua kali validasi yaitu sebelum pengukuran menggunakan alat ukur pencahayaan dan pada data hasil simulasi menggunakan *software*. Validasi pada alat ukur dilakukan dengan metode sederhana, yaitu menyalakan kedua alat di waktu yang bersamaan dan diletakkan pada titik yang sama atau bersebelahan untuk meyakinkan bahwa alat ukur berfungsi dengan baik dan menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda.

Validasi hasil data simulasi dilakukan untuk verifikasi kesesuaian antara pengukuran di lapangan dan juga pengukuran pada saat simulasi berlangsung, menggunakan rumus:

$$\frac{(\text{hasil simulasi} - \text{pengukuran lapangan})}{\text{hasil simulasi}} \times 100 = (\text{relative error}) \%$$

Perbandingan hasil ukur lapangan dan simulasi menggunakan besar pencahayaan alami dalam ruang (*Di*), dikarenakan simulasi pada *software* tidak menunjukkan besar pencahayaan luar ruang (*Do*). Hasil verifikasi pada data dianggap valid apabila perhitungan *relative error* dibawah 20%.

### 3.4 Populasi dan Sampel

Populasi objek penelitian adalah seluruh laboratorium di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Pertimbangan pemilihan populasi yaitu laboratorium di Fakultas Teknik memiliki aktivitas yang beragam dengan kebutuhan pencahayaan yang beragam pula. Laboratorium di Fakultas Teknik kebanyakan di desain menggunakan pencahayaan alami sehingga ukuran dan jumlah bukaan pada ruang lebih dari atau sama dengan 1/6 luas lantai. Sampel ditentukan berdasarkan pertimbangan luas ruang dan aktivitas didalamnya.



Laboratorium yang dipilih sebagai sampel harus memiliki luas lebih dari 60 m<sup>2</sup> dengan aktifitas yang berbeda dan kebutuhan pencahayaan yang berbeda pula. Ruang yang diteliti harus memiliki lubang cahaya sebagai sumber pencahayaan alami. Pengukuran luminasi pada ruang laboratorium dilakukan dengan beberapa titik yang bermodul sama, dimulai dari sisi terdekat dengan bukaan hingga sisi terjauh dari bukaan.

Dari seluruh laboratorium di Fakultas Teknik dipilih beberapa laboratorium yang memenuhi persyaratan yaitu:

1. Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin
2. Laboratorium Peleburan Logam Jurusan Teknik Mesin
3. Laboratorium Fenomena Jurusan Teknik Mesin
4. Laboratorium Hidrolika Terapan Jurusan Pengairan

### 3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian menurut Sugiarto adalah karakter yang akan diobservasi dari unit amatan yang merupakan suatu pengenalan atau atribut sekelompok objek. Ciri dari variabel yang dimaksud adalah terjadinya variasi antara objek satu dengan objek lainnya dalam kelompok tertentu.

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi sebab terjadinya perubahan dan mempengaruhi timbulnya variabel terikat. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Sedangkan variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi faktor diluar kajian. Tabel 3.1 merupakan tabel variabel yang akan dikaji pada objek.

Tabel 3.1 Variabel, Sub Variabel, dan Indikator Penelitian

Jenis variabel	Variabel	Sub variabel	Indikator
Variabel Bebas	Bukaan Pencahayaan	Jendela ( <i>side lighting</i> )	Ukuran
			Posisi
			Material
		Skylight ( <i>top lighting</i> )	Ukuran
			Bentuk
			material
Variabel terikat	Iklim	Pencahayaan Alami	Dimensi
			Jenis (vertikal, horizontal, gabungan)
			Posisi
			Karakteristik bahan
			Faktor pencahayaan alami (%)
			Tingkat intensitas cahaya dalam ruang (lux)



Pada penelitian ini, struktur bangunan tidak menjadi variabel karena tidak berhubungan dengan bukaan dan pembayangan meski pada rekomendasi nantinya terdapat perubahan selubung bangunan.

### 3.6 Metode Analisis dan Sintesis

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yang merupakan penjabaran dari data objek berupa narasi dengan tambahan simulasi *software* untuk mengetahui kondisi awal. Analisis nantinya menghasilkan pernyataan mengenai hasil yang didapat pada kondisi eksisting di lapangan serta simulasi menggunakan *software* DIALux 4.12.

Metode sintesis pada penelitian adalah simulasi eksperimental dengan menggunakan *software* DIALux 4.12. Hasil dari sintesis berupa rekomendasi desain yang disesuaikan dengan hasil analisis sebelumnya. Berikut merupakan tahap-tahap analisis hingga sintesis:

#### 1. Analisis & Sintesis Visual

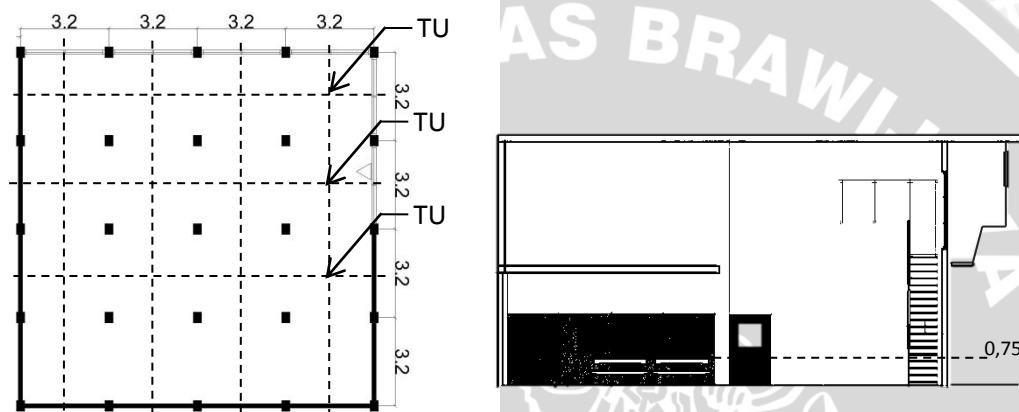
Metode analisis visual ruang yaitu dengan observasi atau pengamatan pada kondisi ruang. Pengamatan dilakukan pada bukaan, pembayangan, serta pencahayaan dalam ruang. Analisis dilakukan dengan bantuan alat dokumentasi (kamera) serta gambar kerja. Sintesis visual ruang diambil dari pengamatan, dikaitkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung untuk menarik kesimpulan mengenai kebutuhan pencahayaan pada masing-masing ruang.

#### 2. Analisis Pengukuran

Analisis pengukuran dilakukan menggunakan dua metode, yaitu pengukuran langsung dilapangan dan pengukuran menggunakan simulasi objek eksisting. Dari kedua pengukuran dilanjutkan dengan validasi hasil pengukuran lapangan dan simulasi.

Pengukuran intensitas cahaya dengan alat (*luxmeter*) pada satu waktu antara pukul 09.00-15.00 WIB pada masing-masing ruang laboratorium terpilih. Hasil pengukuran pada tiap titik ukur digunakan untuk mengetahui Faktor Pencahayaan Alami (*daylight factor/ DF*) yang didapat dari pembagian pencahayaan alami dalam ruang dan luar ruang. Lalu dari DF yang sudah didapat, digunakan untuk validasi data antara pengukuran lapangan dan hasil simulasi. Pengukuran ini juga untuk mengetahui pengaruh ukuran bukaan terhadap pencahayaan dalam ruang. Berikut tahapan pengukuran pencahayaan pada ruang laboratorium:

1. Tentukan titik ukur berdasarkan jarak minimum titik ukur disesuaikan dengan luas eksisting ruang. Untuk ruang dengan luas 10-100m<sup>2</sup> jarak antar titik ukur adalah 3 meter. Sedangkan untuk luas ruang >100m<sup>2</sup>, jarak antar titik ukur adalah 6 meter. Namun pada pengaplikasiannya, titik ukur pada ruang dengan luas >100m<sup>2</sup> diambil dengan jarak yang disesuaikan dengan bentang ruang agar hasil lebih akurat.
2. Posisikan luxmeter pada bidang kerja atau setara 0,75 meter dari lantai
3. Letakkan luxmeter sejajar dengan bidang horizontal dan menghadap keatas
4. Apabila terdapat perbedaan ketinggian pada lantai, maka luxmeter diletakkan mengikuti ketinggian bidang kerja yaitu 0,75 meter dari lantai.



Gambar 3.1. Sampel Penentuan Titik Ukur pada Ruang

Kesimpulan dari pengukuran yang sudah dilakukan mengenai pengaruh dimensi bukaan terhadap pencahayaan dalam ruang serta memenuhi kriteria kebutuhan pencahayaan atau tidak. Kriteria kebutuhan pencahayaan dalam ruang berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung dan tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan.

### 3. Analisis Simulasi

Metode simulasi eksperimental yang digunakan untuk pengolahan data adalah software DIALux v.4.12, yang dapat membantu simulasi pencahayaan dalam ruang maupun luar ruang, pencahayaan alami maupun buatan. DIALux digunakan untuk verifikasi hasil pengukuran luminasi di lapangan dan simulasi efektifitas pencahayaan alami dengan berbagai macam eksperimen desain pencahayaan.

Simulasi pencahayaan menggunakan DIALux dilakukan pada semua ruang dan terdiri dari beberapa tahap. Hal ini dilakukan untuk mempersingkat waktu pengambilan data pada lapangan. Lalu dilanjutkan dengan eksperimen desain



pencahayaan. Pada setiap tahap akan ditambahkan satu variabel bebas terhadap eksperimen desain. Dimulai dari kondisi eksisting hingga penambahan variabel terakhir dari proses eksperimen.

1. Tahap 1 (pengukuran pencahayaan alami eksisting pada ruang)  
Simulasi pencahayaan eksisting pada tanggal 22 Maret, 22 Juni, 21 September, dan 22 Desember pada 3 waktu, pukul 09.00, 12.00, dan 15.00.
2. Tahap 2 (penambahan variabel ukuran bukaan pencahayaan alami)  
Eksperimen 1 (eksperimen penambahan jenis ukuran lubang cahaya)
3. Tahap 2 (penambahan variabel posisi lubang cahaya).  
Eksperimen 2 (eksperimen penambahan jenis ukuran & posisi lubang cahaya).
4. Tahap 3 (perubahan variabel material bukaan)  
Eksperimen 3 (eksperimen penambahan jenis ukuran, posisi, & material lubang cahaya).
5. Tahap 4 (penambahan variabel ukuran pembayang matahari)  
Eksperimen 4 (eksperimen penambahan jenis ukuran pembayangan).
6. Tahap 5 (penambahan variabel posisi pembayang matahari)  
Eksperimen 5 (eksperimen penambahan jenis ukuran dan posisi pembayangan).
7. Tahap 6 (penambahan variabel material pembayang matahari)  
Eksperimen 6 (eksperimen penambahan jenis ukuran, posisi dan material pembayang matahari).

Hasil simulasi dengan software dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan, sehingga didapat sintesis yang kuat dan memastikan akuransi dari software. Jika hasil yang didapat di keduanya, baik perhitungan maupun simulasi buruk, maka perlu adanya simulasi desain untuk mencoba berbagai eksperimen desain yang baik bagi pencahayaan alami ruang dan kenyamanan pengguna. Rekomendasi desain yang dihasilkan berdasarkan perbandingan antar hasil eksperimen desain menggunakan metode simulasi sehingga mendapat hasil yang tepat.

### 3.7 Kerangka Metode

