

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanasan global dan keterbatasan sumber energi merupakan permasalahan yang telah dihadapi selama 20 tahun terakhir. Suhu rata-rata global pada permukaan bumi meningkat  $0,74 \pm 0,18^{\circ}\text{C}$  ([http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan\\_global](http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan_global)). Arsitektur juga terlibat akan penggunaan energi yang besar. Dalam merancang sebuah bangunan dipengaruhi oleh lingkungan dan iklim setempat. Iklim dan penggunaan material dapat mempengaruhi ruang dalam bangunan. Dengan adanya strategi desain perancangan tertentu, maka dapat merubah iklim luar yang tidak nyaman menjadi ruang luar yang nyaman tanpa banyak mengkonsumsi energi, sehingga dapat memberikan dampak yang baik pada lingkungan sekitar maupun pengguna bangunan.

Penghematan energi atau konservasi energi adalah tindakan untuk mengurangi jumlah penggunaan energi. Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dengan manfaat yang sama diperoleh dengan penggunaan energi yang lebih sedikit. Penghematan energi dapat mengurangi beban biaya, meningkatkan nilai lingkungan, serta kenyamanan. Penghematan energi merupakan bagian dari mencegah atau mengurangi perubahan iklim ([http://id.wikipedia.org/wiki/Penghematan\\_energi](http://id.wikipedia.org/wiki/Penghematan_energi)). Penghematan energi dapat menggunakan pemanfaatan pencahayaan alami sebagai penerangan alami pada suatu ruangan. Cahaya alami yang bersumber dari sinar cahaya matahari, cahaya langit serta cahaya yang dipantulkan oleh elemen-elemen arsitektur menjadi sangat penting dalam mengurangi penggunaan cahaya buatan sehingga dapat mengurangi energi listrik (Baharuddin,2011).

Penggunaan pencahayaan alami dapat mengurangi penggunaan energi pada waktu siang hari. Pencahayaan alami memiliki kuat terang yang selalu berubah-ubah sesuai dengan keadaan langit. Pencahayaan alami dengan intensitas cahaya yang sesuai dapat memberikan kenyamanan visual bagi pengguna ruang. Desain selubung bangunan atau *fasade*, orientasi dan luas jendela dapat mempengaruhi besar cahaya yang masuk. Kebutuhan sinar matahari untuk menghangatkan ruangan membutuhkan jendela dan arah orientasi menuju sinar matahari. Kualitas pencahayaan alami yang baik dipengaruhi oleh distribusi cahaya matahari yang masuk melalui jendela dan orientasi jendela. Semakin luas lebar jendela, maka semakin besar juga cahaya yang masuk. Semakin kecil luas jendela dapat mengakibatkan mengecilnya tingkat pencahayaan dan distribusi yang kurang merata sedangkan semakin panjang elemen pelindung dapat mengakibatkan menurunnya tingkat pencahayaan dan distribusi cahaya semakin merata.

Panas yang masuk dalam bangunan berasal dari sumber beban internal yaitu pencahayaan, pengguna bangunan, peralatan dan lain-lain, sedangkan untuk sumber beban eksternal yaitu berupa panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan ventilasi melalui selubung bangunan. Untuk membatasi sumber beban eksternal selubung bangunan atau *fasade* (dinding dan jendela) dan bidang atap merupakan elemen bangunan yang penting yang harus diperhitungkan dalam penggunaan energi (Loekita, 2006). Kemampuan selubung bangunan atau *fasade* digunakan untuk menjaga kenyamanan di dalam ruang yang akan mempengaruhi energi dalam bangunan. Selubung bangunan atau *fasade* dengan luasan kaca yang sangat besar dapat digunakan untuk memanfaatkan cahaya alami yang mengurangi penggunaan pencahayaan buatan (Santoso & I Gusti, 2005).

Letak wilayah Indonesia berada pada  $6^{\circ}\text{LU}$ - $11^{\circ}\text{LS}$  dan  $95^{\circ}\text{BT}$ - $141^{\circ}\text{BT}$ , merupakan daerah beriklim tropis ([http://ms.wikipedia.org/wiki/Geografi\\_Indonesia](http://ms.wikipedia.org/wiki/Geografi_Indonesia)). Kota Malang merupakan sebuah kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota Malang terletak pada ketinggian antara 429-667 meter di atas permukaan air laut. Kota Malang berada pada titik koordinat  $112,06^{\circ}$  -  $112,07^{\circ}$  Bujur Timur dan  $7,06^{\circ}$  -  $8,02^{\circ}$  Lintang Selatan ([http://id.wikipedia.org/wiki/Kota\\_Malang](http://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Malang)). Kota Malang merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki suhu yang cukup tinggi yaitu sekitar  $20^{\circ}\text{C}$  -  $29^{\circ}\text{C}$  dengan kelembaban 64 - 95% (<http://www.bmkg.go.id/>). Sehingga diperlukan kriteria-kriteria untuk merancang bangunan untuk menyelesaikan terhadap permasalahan kondisi iklim tropis lembab.

Pada iklim tropis, Indonesia memiliki ketersediaan cahaya matahari yang melimpah begitu pula di Kota Malang memiliki cahaya matahari yang melimpah sepanjang tahun sehingga cahaya matahari dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk pencahayaan pada waktu siang hari.

Perguruan tinggi merupakan satuan pendidikan penyelenggara pendidikan tinggi. Di Indonesia, perguruan tinggi dapat berbentuk akademik, institut, politeknik, sekolah tinggi, dan universitas ([http://id.wikipedia.org/wiki/Perguruan\\_tinggi](http://id.wikipedia.org/wiki/Perguruan_tinggi)). Aktivitas dalam perguruan tinggi antara lain membaca, menulis, melihat alat kerja dan melihat komputer merupakan aktivitas yang tergolong *visual activities* yang tinggi. Pada perguruan tinggi terdapat sarana dan prasarana akademik umum yang meliputi sarana dan prasarana kuliah, perpustakaan, sarana teknologi informasi dan komunikasi, sarana dan prasarana dosen, dan ruang bersama. Sarana dan prasarana akademik khusus meliputi laboratorium, studio, bengkel kerja, lahan praktik, tempat praktik. Kelompok sarana dan prasarana non akademik terdiri atas sarana dan prasarana manajemen dan sarana dan prasarana penunjang. Laboratorium memiliki kebutuhan cahaya yang berbeda-beda sesuai dengan aktivitas yang dilakukan di dalamnya. Aktivitas *visual* pada laboratorium yaitu melihat meja kerja dengan alat kerja yang berbeda. Intensitas cahaya yang

berlebihan dapat menyebabkan pantulan pada meja kerja yang dapat mengganggu kenyamanan dalam melakukan kegiatan. Aktivitas dalam laboratorium membutuhkan intensitas pencahayaan sesuai dengan standar yang dapat mendukung kebutuhan kenyamanan visual dalam beraktivitas.

Orientasi dan luasan kaca yang besar pada selubung bangunan atau *fasade* dapat digunakan untuk memasukkan cahaya matahari. Pemanfaatan cahaya matahari yang dapat mengurangi penggunaan pencahayaan buatan. Untuk itu peneliti akan melakukan riset mengenai pengaruh fasade bangunan laboratorium terhadap pencahayaan alami pada laboratorium.

Politeknik Negeri Malang berada di Jalan Soekarno Hatta No.9, Kelurahan Lowokwaru, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang yang memiliki titik koordinat  $7^{\circ}56'49''$  LS dan  $112^{\circ}36'58''$  BT. Orientasi bangunan Politeknik Negeri Malang menghadap pada arah barat laut-tenggara. Politeknik Negeri Malang merupakan salah satu politeknik yang menyelenggarakan pendidikan vokasi dalam sejumlah bidang pengetahuan khusus. Mahasiswa Politeknik Negeri Malang diarahkan untuk melakukan praktek di laboratorium dan bengkel yang telah tersedia (<http://www.polinema.ac.id/>).

Permasalahan pada laboratorium di Politeknik Negeri Malang yaitu penerangan yang digunakan dalam beberapa laboratorium pada beberapa gedung yaitu dengan menggunakan pencahayaan buatan sebagai media penerangan. Pencahayaan buatan digunakan pada saat jam kerja berlangsung yaitu pukul 08.00 hingga 16.00. Pada beberapa laboratorium penggunaan lampu digunakan selama jam kerja dan hanya dimatikan pada waktu jam istirahat maupun pada waktu tidak digunakan karena cahaya matahari yang masuk dalam ruang kurang memenuhi dan terasa gelap. Pada beberapa ruang, jendela tidak dimanfaatkan sebagai penerangan alami, karena intensitas cahaya alami yang masuk tidak memenuhi standar penerangan pada ruang dan terdapat beberapa ruang yang menggunakan pencahayaan buatan dan pencahayaan alami namun menggunakan tirai karena cahaya yang masuk dalam ruangan tidak merata.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa beberapa ruang laboratorium di Politeknik Negeri Malang menggunakan penerangan buatan selama jam kerja berlangsung dikarenakan kurangnya kebutuhan cahaya sehingga para pengguna ruang tidak mendapatkan kenyamanan visual dan cahaya yang masuk dalam ruangan tidak merata. Desain selubung bangunan atau *fasade* dapat mempengaruhi cahaya matahari yang masuk dalam bangunan, sehingga cahaya matahari dapat masuk kedalam bangunan. Untuk meningkatkan kebutuhan cahaya pada ruang dalam bangunan melalui desain fasade,

sehingga diperlukan kajian mengenai pengaruh desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang muncul pada latar belakang terbagi atas poin-poin berikut:

- a. Indonesia memiliki ketersediaan cahaya matahari yang melimpah sepanjang tahun.
- b. Pencahayaan alami dengan intensitas cahaya yang tepat dapat memberikan kenyamanan visual bagi pengguna bangunan.
- c. Selubung bangunan atau *fasade* dengan luasan kaca yang besar dapat dimanfaatkan untuk memasukkan cahaya matahari.
- d. Aktivitas dalam laboratorium membutuhkan intensitas pencahayaan sesuai dengan standar yang dapat mendukung kebutuhan kenyamanan visual dalam beraktivitas.

### 1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium Politeknik Negeri Malang?

### 1.4 Batasan Masalah

Masalah yang dibahas dalam skripsi ini difokuskan sebagai berikut:

- a. Penerapan pencahayaan alami sebagai penerangan laboratorium.
- b. Selubung bangunan atau *fasade* berupa dinding, jendela dan atap.
- c. Objek studi berada di Politeknik Negeri Malang Kelurahan Lowokwaru Kecamatan Lowokwaru.
- d. Bangunan yang akan digunakan adalah laboratorium teknik di Politeknik Negeri Malang

### 1.5 Tujuan Penelitian

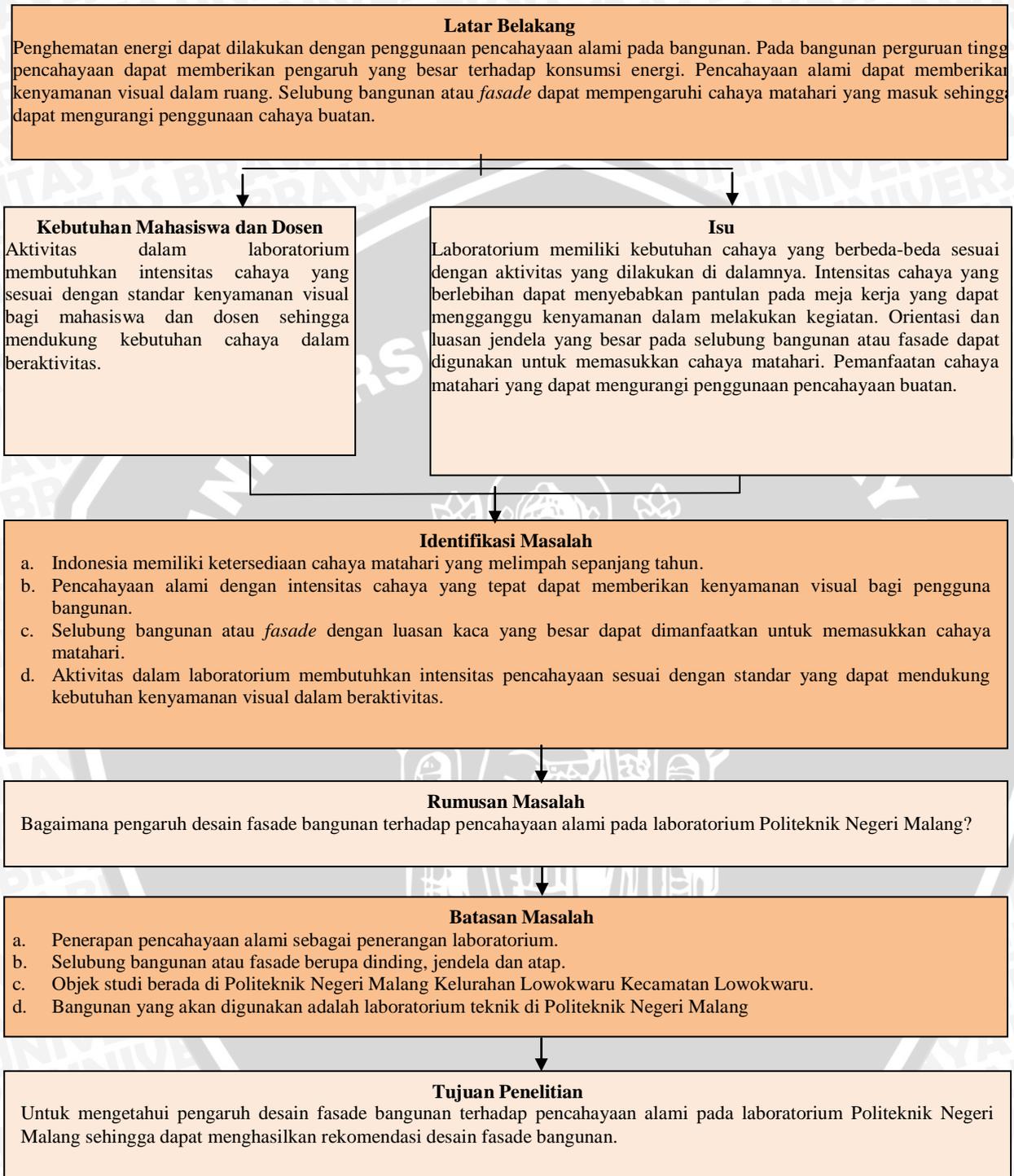
Untuk mengetahui pengaruh desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium Politeknik Negeri Malang sehingga dapat menghasilkan rekomendasi desain fasade bangunan.

### 1.6 Manfaat dan Kegunaan

Manfaat studi mengenai pengaruh fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium Politeknik Negeri Malang yaitu mendapatkan konsep desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium perguruan tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan cahaya.

## 1.7 Kerangka Pemikiran

Diagram1. Kerangka Pemikiran



## BAB II

### TINJUAN TEORI

Pustaka yang digunakan untuk menunjang riset atau penelitian mengenai konsep desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium perguruan tinggi. Berisi tinjauan konsep pencahayaan dan tinjauan fungsi.

#### 2.1 Tinjauan Perguruan Tinggi

##### 2.1.1 Pengertian Perguruan Tinggi

Perguruan tinggi adalah satuan pendidikan penyelenggara pendidikan tinggi. Kampus merupakan sebuah kompleks atau daerah tertutup yang merupakan kumpulan gedung-gedung universitas atau perguruan tinggi (<http://id.wikipedia.org/>). Politeknik dalam pendidikan di Indonesia merupakan salah satu bentuk perguruan tinggi selain akademik, institut, sekolah tinggi dan universitas. Politeknik menyelenggarakan pendidikan vokasi dalam sejumlah bidang pengetahuan khusus. Politeknik merupakan pendidikan profesional yang diarahkan pada kesiapan penerapan keahlian tertentu (<http://id.wikipedia.org/>).

##### 2.1.2 Kelengkapan Sarana dan Prasarana

Perguruan Tinggi sekurang-kurangnya memiliki sarana dan prasarana yang dikelompokkan dalam sarana dan prasarana akademik yang terdiri atas sarana dan prasarana akademik umum dan akademik khusus, serta sarana dan prasarana non akademik yang terdiri dari sarana dan prasarana manajemen dan penunjang.

Kelompok sarana dan prasarana akademik terdiri atas sarana dan prasarana akademik umum dan sarana prasarana akademik khusus. Sarana dan prasarana akademik umum meliputi sarana dan prasarana kuliah, perpustakaan, sarana teknologi informasi dan komunikasi, sarana dan prasarana dosen, dan ruang bersama. Sarana dan prasarana akademik khusus meliputi laboratorium, studio, bengkel kerja, lahan praktik, tempat praktik. Kelompok sarana dan prasarana non akademik terdiri atas sarana dan prasarana manajemen dan sarana dan prasarana penunjang. Sarana dan prasarana manajemen meliputi sarana dan prasarana pimpinan, tata usaha, rapat, penelitian dan pengabdian pada masyarakat, dan penjaminan mutu. Sarana dan prasarana penunjang meliputi tempat ibadah, ruang konseling, ruang kesehatan, jamban, gudang, kantin, bengkel dan tempat parkir (Standar Nasional Pendidikan. Rancangan Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana dan Profesi, 2011).

#### 1. Sarana dan Prasarana Akademik Umum

- a. Ruang kuliah adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara tatap muka.

- b. Perpustakaan berfungsi sebagai tempat mahasiswa dan dosen memperoleh informasi dari berbagai media dan tempat pustakawan mengelola perpustakaan.
- c. Sarana teknologi informasi dan komunikasi berfungsi sebagai penunjang kegiatan pembelajaran dan pencarian informasi yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi serta mendukung kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan komputer.
- d. Ruang dosen berfungsi sebagai tempat dosen bekerja dan istirahat serta menerima tamu baik mahasiswa maupun tamu lainnya.
- e. Ruang bersama berfungsi sebagai wadah untuk berbagai kegiatan informal mahasiswa yang mendukung kegiatan pembelajaran.



Gambar 2.1. Sarana dan Prasarana Akademik Umum  
Sumber : [www.google.com](http://www.google.com)

## 2. Sarana dan Prasarana Akademik Khusus

Kelompok ruang akademik khusus meliputi ruang praktik yang disesuaikan dengan program keahlian. Program keahlian antara lain teknik komputer dan jaringan, teknik transmisi tenaga listrik, teknik pembangkit tenaga listrik, teknik pemanfaatan tenaga listrik, teknik distribusi listrik, teknik listrik industri, teknik elektronika industri dan lain-lain (Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 40, 2008).

- Ruang Laboratorium Komputer berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran bidang teknologi informasi dan komunikasi. Luas minimum ruang laboratorium adalah  $64\text{m}^2$  termasuk luas ruang penyimpanan dan perbaikan  $16\text{m}^2$ . Lebar minimum ruang laboratorium komputer adalah 8m.
- Ruang praktik Program Keahlian Teknik Listrik berfungsi sebagai tempat berlangsung kegiatan pembelajaran berupa penerapan konsep dasar kelistrikan dan pengukuran pada pembangkit listrik instalasi pembangkit. Luas minimum ruang praktik Program Keahlian Teknik Pembangkit Tenaga Listrik adalah  $208\text{ m}^2$  untuk menampung 32 peserta didik yang meliputi laboratorium dasar teknik elektro  $64\text{m}^2$ , area kerja pembangkit tenaga listrik  $96\text{m}^2$ , ruang penyimpanan dan instruktur  $48\text{m}^2$ .
- Ruang praktik Program Keahlian Teknik Elektronika Industri berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran mekanik teknik elektro, dasar elektronika dan lain-lain. Luas minimum ruang praktik Program Keahlian Teknik Elektronika Industri

adalah 240 untuk menampung 32 peserta didik yang meliputi ruang area kerja mekanik elektro 24m<sup>2</sup>, laboratorium dasar teknik elektronik 24m<sup>2</sup>, ruang praktik instalasi 48m<sup>2</sup>, laboratorium kendali industri 96m<sup>2</sup>, ruang penyimpanan dan instruktur 48m<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Faktor - faktor Lingkungan

Faktor – faktor yang termasuk dalam lingkungan kerja diantaranya adalah sebagai berikut (Nuraida Ida, 2007) :

#### 1. Cahaya atau Penerangan

Cahaya atau penerangan adalah faktor penting untuk meningkatkan minat para mahasiswa untuk belajar dan produktivitas kerja para dosen karena dapat mempengaruhi kesehatan, keselamatan, serta kelancaran kerja. Terdapat 2 (dua) hal yang berkaitan dengan penerangan yaitu:

##### a. Banyaknya Penerangan

*Foot candle* (satuan mengukur cahaya) adalah jumlah cahaya yang dipancarkan dari lilin berukuran biasa pada sebuah benda yang berjarak satu kaki (30,84 cm) dari lilin tersebut (Nuraida Ida, 2007). Tingkat pencahayaan minimum menurut ruangan pada lembaga pendidikan (SNI 6197-2011):

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum pada Gedung Pendidikan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Ruang Kelas	350
Perpustakaan	300
Laboratorium	500
Ruang Praktek Komputer	500
Ruang Laboratorium Bahasa	300
Gudang Dosen	300
Ruang Olahraga	300
Ruang Gambar	750

Sumber : SNI 6197:2011

Standar pencahayaan bertujuan untuk agar diperoleh sistem pencahayaan yang sesuai dengan syarat kesehatan, kenyamanan, dan sesuai dengan ketentuan-ketentuan tertentu (SNI 03-2396-2001). *United Nations Enviroment Programme* (UNEP) dalam Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia mengklasifikasikan kebutuhan tingkat pencahayaan ruang tergantung area kegiatannya, seperti berikut:

Tabel 2.2. Kebutuhan Tingkat Pencahayaan Ruang Tergantung Area Kegiatannya

Jenis Kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (Lux)	Keterangan
Pekerjaan Kasar dan tidak terus-menerus	100	Ruang Penyimpanan dan ruang peralatan yang memerlukan pekerjaan yang <i>continue</i>
Pekerjaan kasar dan terus-menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin

Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, Pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus
Pekerjaan sangat halus	1500	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin, perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terperinci	3000	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: KEPMENKES RI. No. 1405/MENKES/SK/XI/02

#### b. Mutu Penerangan

Mutu penerangan adalah kadar cahaya, kecerahan, silau, daya kontras, dan usia pegawai. Kadar cahaya adalah ukuran kekuatan dari sumber cahaya.

#### 2. Warna

Warna merupakan faktor penting untuk meningkatkan minat para mahasiswa untuk belajar dan produktivitas kerja para dosen dapat meningkat. Warna mempunyai pengaruh penting terhadap penerangan ruangan. Perguruan tinggi dapat menggunakan warna muda apabila ingin melakukan efisiensi dalam penerangan.

#### 3. Udara

Udara meliputi suhu, temperatur, kelembaban, sirkulasi atau ventilasi, dan kebersihan lingkungan. *Air Conditioner* (AC) mengatur keadaan udara dengan mengawasi suhu, peredaran, kelembaban, dan kebersihan (Nuraida Ida, 2007).

#### 4. Bunyi atau Suara

Faktor suara dapat mempengaruhi minat para mahasiswa untuk belajar dan produktivitas kerja para dosen dapat meningkat (terutama aktivitas yang membutuhkan konsentrasi tinggi) karena suara yang bising dapat mengganggu dalam belajar, bekerja dan berpengaruh pada kesehatan pengguna ruang.

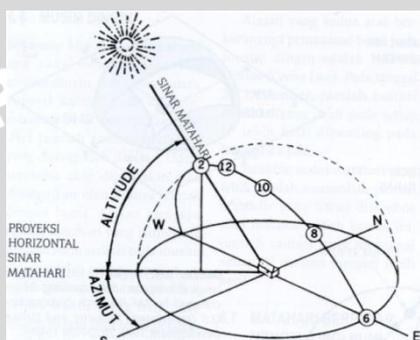
#### 5. Musik

Musik dapat mempengaruhi keadaan fisik dan mental pengguna bangunan. musik berguna untuk meningkatkan efisiensi, kepuasan kerja, dan produktivitas, mengurangi ketegangan mental, menimbulkan rasa rileks, mengurangi *nervous* dan kejenuhan, serta menambah kegembiraan kerja.

Bangunan memenuhi persyaratan kenyamanan yaitu bangunan mampu meredam getaran dan kebisingan yang mengganggu kegiatan pembelajaran, setiap ruangan memiliki pengaturan penghawaan yang baik, setiap ruangan dilengkapi dengan jendela menggunakan atau tidak menggunakan lampu penerangan dalam ruangan tersebut sehingga dapat memberikan tingkat pencahayaan yang memadai untuk melakukan kegiatan belajar (Badan Standar Nasional Pendidikan, 2011).

## 2.2 Posisi Geografi Lintang dan Azimuth

Sudut vertikal dimana sinar matahari menyentuh bumi disebut sudut *altitude* dan merupakan sebuah hasil perhitungan fungsi lintang geografis, waktu tahunan, dan waktu harian. Untuk menentukan sudut *altitude* matahari pada suatu garis lintang dengan menarik garis pada permukaan bumi yang menyentuh titik garis lintang. Sudut *altitude* berpengaruh terhadap iklim dan musim. Sudut vertikal dari proyeksi sinar matahari disebut *altitude* sedangkan untuk sudut azimuth sudut horisontal yang diukur dari garis utara dan selatan. Sudut *altitude* merupakan sudut yang diukur dalam posisi vertikal dan sudut azimuth merupakan sudut yang diukur pada posisi horisontal. (Lechner,2007).

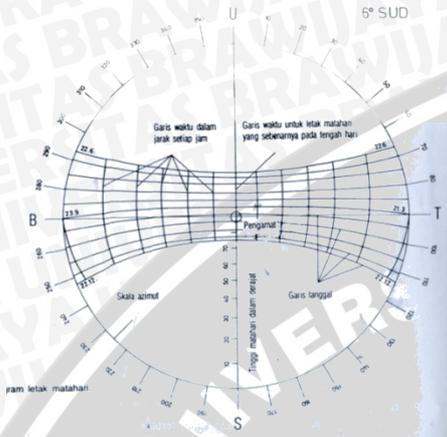


Gambar 2.2 Sudut Altitude dan Sudut Azimuth

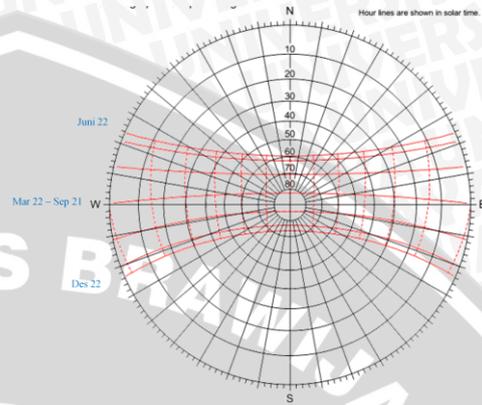
Sumber: Lippsmeier, 1994.

Diagram matahari memberikan informasi mengenai azimuth dan tinggi matahari pada segala waktu di sepanjang tahun. Azimut merupakan deklinasi matahari dari utara diukur dengan derajat dari utara ke timur, selatan dan barat dan kembali ke utara. Tinggi matahari adalah sudut antara horison dan matahari dan dicantumkan dengan skala sudut  $0^{\circ} - 90^{\circ}$  pada sumbu U dan S pada diagram. Garis tanggal digambarkan dalam arah T – B dan merupakan representasi jalan matahari dari matahari terbit hingga matahari terbenam. Dari posisi pengamat yang selalu berada di pusat lingkaran, matahari terlihat bergerak pergi dan kembali sekali setahun antara garis-garis tanggal 22 Juni dan 22 Desember. Garis jam adalah garis yang terletak vertikal terhadap garis tanggal dalam jarak 1(satu) jam (Lippsmeier, 1994). Kemiringan poros bumi tetap, belahan bumi utara akan menghadap matahari pada bulan Juni dan belahan bumi selatan akan menghadap matahari bulan Desember. Kondisi-kondisi yang ekstrem akan terjadi pada tanggal 21 Juni ketika kutub utara berada paling dekat dengan arah matahari dan pada tanggal 21 Desember dimana kutub utara berada pada posisi terjauh dari matahari. Pada tanggal 21 Juni seluruh sisi bumi bagian utara lingkaran kutub utara akan menerima cahaya matahari selama 24 (dua puluh empat) jam dan pada tanggal 21 Desember pada posisi akhir dari orbit disekitar matahari kutub utara berada pada posisi terjauh dari matahari sehingga seluruh bagian

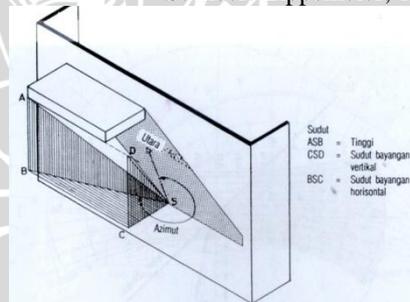
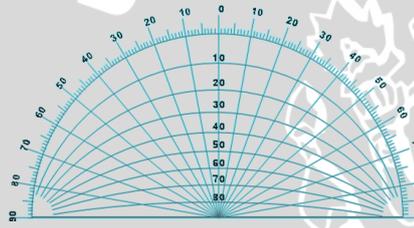
bumi yang berada di atas lingkaran kutub utara mengalami 24 (dua puluh empat) jam gelap. Di tengah antara hari terpanjang dan terpendek setiap tahunnya terdapat hari dengan panjang jam malam dan siang yang sama. Situasi ini terjadi 2 (dua) kali dalam setahun yaitu tanggal 21 September dan 21 Maret, pada saat matahari tepat diatas garis khatulistiwa (Lechner,2007).



Gambar 2.3 Diagram Letak Matahari  
Sumber: Lippsmeier, 1994.

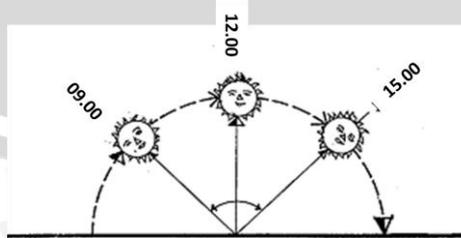


Gambar 2.4 Azimut dan Tinggi Matahari  
Sumber: Lippsmeier, 1994.



Gambar 2.5 Pengukur Sudut Bayangan dan Sudut Bayangan pada Fasade  
Sumber: Lippsmeier, 1994.

Waktu yang paling efektif dalam melakukan pengamatan pematahan sinar matahari adalah 3 (tiga) jam sebelum pukul 12.00, pukul 12.00, dan 3 (tiga) jam setelah pukul 12.00 (Lippsmeier, 1994).



Gambar 2.6 Waktu Pengamatan Sinar Matahari yang Efektif  
Sumber : Lippsmeier, 1994.

## 2.3 Tinjauan Selubung Bangunan atau Fasade

### 2.3.1 Selubung Bangunan atau Fasade

Selubung bangunan adalah elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung yaitu dinding dan atap transparan atau yang tidak transparan dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut (Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 38 Tahun 2012). Seluruh permukaan bangunan harus terlindungi dari sinar matahari secara langsung. Dinding dapat dibayangi oleh pepohonan. Atap perlu diberi isolator panas atau penangkal panas. Langit-langit umum dipergunakan untuk mencegah panas dari atap merambat langsung ke bawah (Sukawi, 2010).

Selubung bangunan memiliki peran penting dalam menjawab masalah iklim dan penghematan energi, seperti radiasi matahari, hujan, kecepatan angin, tingginya kelembaban serta memanfaatkan cahaya alami untuk penerangan ruang melalui dinding maupun atap, serta memilih material yang memiliki perambatan panas relatif kecil (Sukawi, 2010).

Selubung bangunan adalah seluruh komponen yang menjadi pembatas fisik antara lingkungan interior dan eksterior dari sebuah bangunan (Felixon, 2011).

Panas dari suatu bangunan gedung yang dikondisikan terdiri dari beban internal dan beban eksternal. Beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh pencahayaan buatan, penghuni dan peralatan lain yang menimbulkan panas, sedangkan beban eksternal berupa panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi melalui selubung bangunan (Loekita, 2006).

### 2.3.2 Selubung Bangunan Secara Fisik

Selubung bangunan yang memiliki fungsi dasar sebagai pemisah antara lingkungan interior dan lingkungan eksterior yang membuatnya terekspos. Maka secara fisik, selubung bangunan secara tipikal terdiri dari (Felixon, 2011):

- Sistem atap
- Sistem dinding di atas tanah, termasuk dinding dan jendela
- Sistem dinding di bawah tanah
- Sistem lantai paling dasar

### 2.3.3 Kriteria Penentuan Selubung Bangunan

Penghematan energi pada selubung bangunan dapat diperoleh dengan (SNI 6389-2011):

- a. Mengganti warna cat dinding dari warna gelap menjadi warna yang lebih terang.
- b. Menggunakan jendela dengan kaca ganda.
- c. Menggunakan isolasi pada dinding dan atap

- d. Mengurangi angka perbandingan jendela luar dan dinding luar
- e. Menggunakan alat peneduh pada jendela luar

### 2.3.4 Jendela

Jendela adalah bagian rumah tinggal atau bangunan yang berfungsi sebagai penghantar cahaya dan udara masuk ke dalam bangunan (Amin, 2010).

#### 1. Pengertian Jendela

Jendela adalah bagian elemen atau unsur rumah atau bangunan yang dapat memasukkan cahaya alami atau sirkulasi udara dari dalam dan luar bangunan.

#### 2. Fungsi Jendela

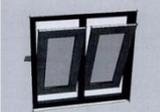
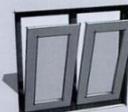
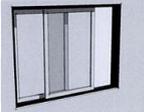
Fungsi dari jendela adalah untuk sirkulasi cahaya dan udara dari dalam dan luar bangunan.

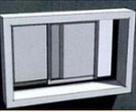
#### 3. Klasifikasi Jendela

Klasifikasi atau pemisahan jenis jendela sebenarnya bisa dilihat dari berbagai macam kriteria. Klasifikasi jenis jendela menurut jumlah daun jendela, bentuk, dan fungsinya yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.3. Klasifikasi jenis jendela menurut jumlah daun jendela, bentuk, dan fungsinya

No	Jenis Jendela	Keterangan	Gambar
1.	Jendela 1 (satu) daun	Jendela 1 (satu) daun adalah jendela untuk keluar masuk cahaya dan udara alami dari ruang luar dan ruang dalam bangunan. Letak jendela 1 (satu) daun sebaiknya langsung berhadapan dengan ruang luar agar udara dan cahaya alami dapat masuk dan keluar secara maksimal dan sebaiknya tidak menghadap arah barat atau timur. Jendela 1 (satu) daun, sebaiknya tidak dipakai pada ruangan yang terlalu luas yang berkisar antara 9m <sup>2</sup> - 12m <sup>2</sup> dengan penggunaan material terbuat dari kusen kayu maupun aluminium. Ukuran jendela 1 (satu) daun memiliki lebar 40 cm – 80 cm dengan tinggi 120 cm – 200 cm (Amin, 2010).	 <p>Jendela 1 (satu) daun Sumber: www.google.com</p>
2.	Jendela 2 (dua) daun	Jendela 2 (dua) daun adalah jendela yang terdiri dari satu unit kusen dan 2 (dua) buah daun jendela yang dapat dibuka salah satu atau keduanya. Jendela 2 (dua) daun banyak digunakan pada ruangan yang berukuran sedang yaitu 9 m <sup>2</sup> - 36m <sup>2</sup> . Letak jendela dapat berhubungan ruang luar maupun pemisah ruang. Material yang dapat dipakai untuk kusen jendela 2 (dua) daun yaitu kayu, aluminium maupun PVC. Ukuran jendela 2 (dua) daun berkisar antara 120 cm hingga 200 cm yang memiliki tinggi antara 120 cm	 <p>Jendela 2 (dua) daun Sumber: www.google.com</p>

		hingga 240 cm (Amin, 2010).	
3.	Jendela dengan daun lebih dari 2 (dua)	Jendela yang memiliki lebih dari 2 (dua) daun yang terdiri dari 1 (satu) unit kusen terpadu dengan 3 (tiga) atau lebih daun jendela yang dapat dibuka tutup atau perpaduan dengan kaca mati atau krepnyak (Amin, 2010).	 <p>Jendela dengan daun lebih dari 2 (dua) Sumber: www.google.com</p>
4.	Jendela kaca mati	Jendela kaca mati biasanya digunakan pada ruangan yang sifatnya tertutup. Kaca yang digunakan mempunyai ketebalan 6 mm hingga 10 mm (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela kaca mati Sumber: www.google.com</p>
5.	<i>Bouvenlight</i> atau Angin-Angin Ventilasi	Pada bouvenlight udara segar dan cahaya alami secara tidak langsung masuk sekitar 10% hingga 15% dari cahaya alami. Material untuk jendela terbuat dari potongan-potongan kayu pipih yang dipasang atau disusun miring ke bawah sehingga ruang dalam tidak terlihat dari luar (Gunadi, 2007).	 <p>Bouvenlight Sumber: www.google.com</p>
6.	Jendela Pivot Tengah atau Putar Tengah	Jendela pivot tengah digunakan untuk dalam ruang dalam yang luas. Fungsi jendela pivot tengah adalah untuk aliran udara dapat masuk dengan perputaran yang sangat cepat (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Pivot Tengah Sumber: Gunadi, 2007.</p>
7.	Jendela Pivot Atas Bawah	Jendela umumnya sama dengan jendela pivot tengah. Jendela pivot atas bawah memberikan keuntungan udara dan cahaya masuk yang optimal. Perbedaannya hanya pada tinggi pandangan (Gunadi, 2007)	 <p>Jendela Pivot Atas Bawah Sumber: Gunadi, 2007.</p>
8.	Jendela Jungkit Atas	Jendela jungkit atas memiliki fungsi udara yang keluar lebih sedikit dibandingkan dengan jendela pivot yang mempunyai 2 (dua) aliran udara ketika jendela terbuka (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Jungkit Atas Sumber: Gunadi, 2007.</p>
9.	Jendela Jungkit Bawah	Jendela jungkit bawah memiliki arah bukaan dari bawah di angkat keatas. Namun, karena bukaan berada di bawah bidang jendela maka udara masuk menunggu udara hasil putaran dari lantai yang berada di luar (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Jungkit Bawah Sumber: Gunadi, 2007.</p>
10.	Jendela Geser Horizontal	Jendela geser horizontal umumnya digunakan dengan tujuan agar ruang dalam tidak terganggu oleh bukaan daun jendela sehingga lebih maksimal untuk udara dan cahaya alami matahari dapat masuk dengan efektif (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Geser Horizontal Sumber: Gunadi, 2007.</p>

11. Jendela Geser Vertikal	Jendela geser vertikal biasanya digunakan pada area servis. Jendela geser vertikal sifatnya mengunci secara otomatis pada saat jendela terbuka (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Geser Vertikal Sumber: Gunadi, 2007.</p>
12. Jendela Teralis Besi Hollow	Jendela teralis besi hollow berfungsi meminimalisir cahaya yang masuk berlebihan sehingga cocok diterapkan untuk ruangan yang memerlukan privasi tinggi, tetapi udara dan cahaya tetap bisa masuk. Jarak antar teralis 4 cm – 5cm (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Teralis Besi Hollow Sumber: Gunadi, 2007.</p>
13. Jendela Topis Beton Keliling	Jendela topi beton keliling memiliki nilai estetika yang tinggi sekaligus menghindari tampias hujan dan terik panas matahari (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela Topis Beton Keliling Sumber: Gunadi, 2007.</p>
14. Jendela Bay Window atau Jendela Aditif	Jendela <i>bay window</i> memiliki nilai estetika yang tinggi sekaligus menghindari tampias hujan dan terik panas matahari. Posisi dari jendela <i>bay window</i> diletakkan pada sudut bangunan (Gunadi, 2007).	 <p>Jendela <i>Bay Window</i> Sumber: Gunadi, 2007.</p>

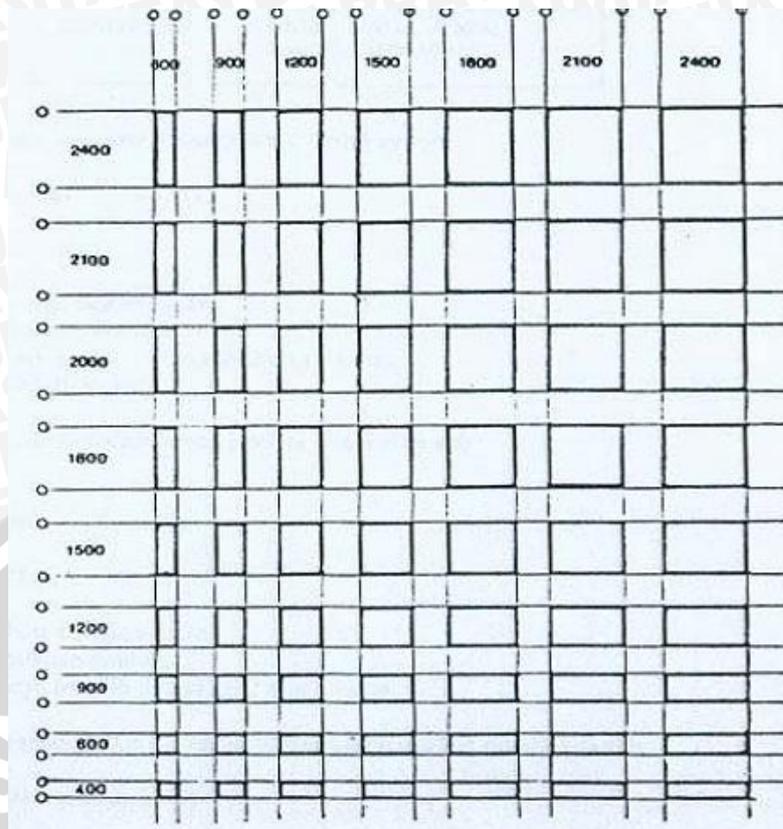
#### 4. Persyaratan Jendela

Persyaratan sebuah jendela meliputi beberapa hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan jendela sehingga keberadaan jendela pada bangunan tersebut dapat berfungsi dengan efektif dan efisien. Persyaratan jendela adalah sebagai berikut (Amin, 2010) :

- Ukuran dan dimensi yang dapat menunjang fungsinya sesuai kebutuhan ruang.
- Kokoh dan kuat sehingga tidak dikhawatirkan untuk dipergunakan.
- Penggunaan material yang cocok untuk menyesuaikan ruang.
- Sesuai dan selaras dengan tampilan atau gaya bangunan.
- Indah dipandang.
- Aman dan nyaman untuk dipergunakan sesuai fungsinya pada tiap ruang yang menaunginya.

#### 5. Ukuran Bidang Bukaannya Jendela

Ukuran bukaan dinding untuk jendela harus sesuai dengan koordinasi modular. Ukuran bidang bukaan yang modular untuk kusen jendela dan ventilasi (SNI 03-0675-1989).



Gambar 2.7 Ukuran Bidang Bukaan yang Modular untuk Kusen Jendela

Sumber SNI 03-0675:1989

### 2.3.5 Elemen Penduh

Radiasi sinar matahari yang masuk dalam bangunan secara langsung dapat masuk melalui kaca pada jendela. Cara menghindari dari radiasi sinar matahari yaitu dengan meletakkan bidang kaca pada daerah yang terlindungi oleh bidang penangkal sinar matahari (*sun shading device*). Lebar sirip penghalang sinar matahari tergantung pada jam perlindungan yang dikehendaki dan letak lintang daerah tersebut. Lebar bidang penangkal dapat didesain dengan menggunakan Diagram Matahari dan Pengukur Sudut Bayangan dengan perbandingan sebagai berikut (Sukawi, 2010):

- Sinar matahari yang langsung mengenai bidang kaca akan merambatkan panas sebesar 80%-90%.
- Pemasangan tabir matahari di sebelah dalam akan mengurangi panas, sehingga berkurang 30%-40%
- Pemasangan tabir matahari di luar jendela akan mengurangi masuknya panas, sehingga berkurang 5% - 10%.

Untuk mengurangi radiasi panas dan kesilauan dari sinar matahari, dapat dilakukan dengan 2 (dua) macam cara, yaitu:

- a. Pembayangan atau *shading* untuk mematahkan sinar matahari, dengan prinsip payung atau perisai yang dilakukan dengan cara yaitu penanaman vegetasi berupa pohon – pohon tinggi di dekat bangunan, penggunaan jendela – jendela rapat, penggunaan papan atau bidang yang dapat diatur pada poros vertikal, lerai, tenda jendela dan jerambah, penjurangan atap pada tritisan.
- b. Penyaringan atau *filtering* untuk memperlambat sinar matahari, terutama pada siang hari yang masuk agar tidak terlalu menyilaukan dengan cara yaitu penanaman vegetasi berupa tanaman, bunga, perdu, krepyak, *louvre*, kisi-kisi, kerai, pergola.

Radiasi matahari dapat dikendalikan dengan menggunakan perangkat peneduh tambahan di ruang dalam atau penggunaan peneduh antara *glazing*. Perangkat peneduh yang ideal merupakan elemen yang dapat menghalangi radiasi sinar matahari secara maksimum, tetapi tetap membiarkan pemandangan serta udara tetap masuk.

## 2.4 Tinjauan Pencahayaan

### 2.4.1 Pengertian Pencahayaan

Pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1405, 2002).

### 2.4.2 Sumber Pencahayaan

Sumber pencahayaan terbagi atas 2 (dua) yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan (Amin, 2011).

#### 1. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sinar matahari. Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, selain sinar alami dapat menghemat penggunaan energi listrik dan juga dapat membunuh kuman. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar maupun dinding kaca sekurang-kurangnya 1/6 daripada luas lantai.

Sumber pencahayaan alami menghasilkan panas terutama pada saat siang hari. Penggunaan pencahayaan alami kurang efektif, karena intensitas cahaya yang selalu berubah-ubah. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar matahari dapat memberikan keuntungan antara lain:

- a. Variasi intensitas cahaya matahari
- b. Distribusi dari terangnya cahaya
- c. Efek dari lokasi, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan
- d. Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung.

Pencahayaan alami merupakan proses lengkap dalam mendesain bangunan untuk memanfaatkan cahaya alami secara maksimal. Hal perlu diperhatikan pada saat mendesain bangunan sebagai berikut (Karlen, 2006):

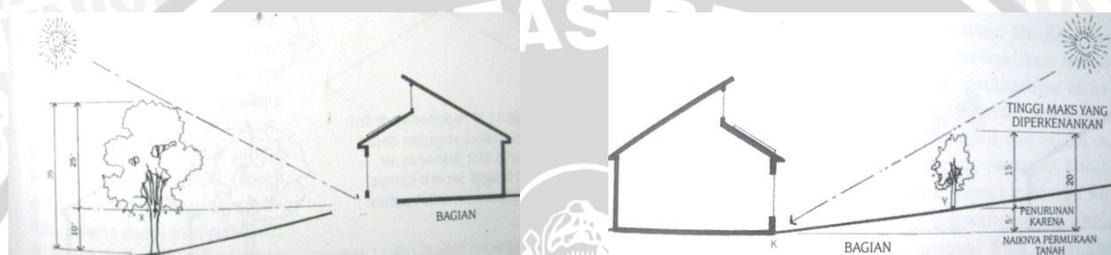
- a. Penempatan bangunan yaitu membuat orientasi bangunan untuk memperoleh cahaya matahari secara optimal.
- b. Pembentukan massa bangunan yaitu menampilkan permukaan bangunan yang secara optimum menghadap ke arah matahari.
- c. Memilih bukaan bangunan yang memungkinkan jumlah cahaya yang cukup masuk dalam bangunan dengan memperhitungkan siklus matahari, musim dan cuaca.
- d. Melindungi fasade dan jendela dengan bangunan dari radiasi matahari yang tidak diinginkan.
- e. Menambahkan peralatan pelindung yang tepat dan dapat diatur, seperti kerai atau tirai, untuk memungkinkan penghuni bangunan untuk mengontrol cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan.
- f. Mendesain kontrol pencahayaan lampu listrik yang memungkinkan penghematan energi dengan memanfaatkan cahaya matahari pada siang hari.

Tujuan utama dari pencahayaan alami yaitu menghasilkan cahaya berkualitas yang efisien serta meminimalkan silau langsung, lapisan pemantul, dan berlebihnya tingkat terang. Karena keterbatasan lokasi jendela dan variasi cahaya alami, beberapa tujuan spesifik lebih mengacu pada cahaya alami yaitu (Lechner, 2007):

- Mendapatkan cahaya yang masuk lebih dalam ke dalam bangunan dengan menaikkan tingkat iluminasi dan menurunkan gradien iluminasi.
- Mengurangi atau mencegah silau langsung yang kurang baik dari jendela
- Mencegah berlebihnya rasio tingkat terang terutama yang disebabkan oleh sinar matahari.
- Mencegah dan meminimalkan selubung pemantul khususnya dari *skylight* dan jendela *clerestory*.
- Menyebarkan cahaya dengan melipatkangandakan pantulan dari plafon dan dinding.
- Secara penuh menggunakan potensi estetis pencahayaan alami dan sinar matahari.

Jalan masuk atau akses bagi sinar matahari perlu dirancang dengan ketepatan tinggi. Apabila jarak bangunan lain cukup jauh maka jalan masuknya sinar matahari dapat terjamin keberadaannya. Bagian dari gerakan matahari dimana energi sinar matahari

tersebut dapat masuk disebut jendela sinar matahari. Bagian jendela tersebut biasanya diatur pada pukul 09.00 dan 15.00 sehingga bagian jendela dapat melalui periode waktu selama radiasi matahari. Permukaan kerucut yang dihasilkan oleh sinar matahari dari pukul 09.00 hingga pukul 15.00 disebut sebagai batas jalan masuk sinar matahari. Dalam gambar denah, permukaan kerucut tersebut dapat ditegaskan dengan garis kontur yang tidak hanya menegaskan elevasi batas jalan masuk sinar matahari tetapi juga menegaskan ketinggian maksimum suatu objek tanpa menembus batas serata menghalangi cahaya matahari. Setiap kenaikan atau penurunan tanah akan memiliki efek yang positif atau negatif terhadap seberapa tinggi suatu objek untuk menghalangi sinar matahari (Lechner,2007).



Gambar 2.8. Dataran dengan Landaian Turun dan Landaian Naik

Sumber : Lechner,2007

Dataran dengan landaian turun meningkatkan ketinggian yang mampu dicapai objek sebelum objek tersebut menghalangi sinar matahari. Dataran dengan landaian naik menurunkan tinggi yang dapat dicapai dari objek sebelum objek tersebut menghalangi sinar matahari (Lechner,2007).

## 2. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan pada apabila posisi atau letak ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau pada saat intensitas cahaya alami tidak sesuai dengan standar (Amin, 2011). Sistem pencahayaan buatan yang sering digunakan secara umum dapat dibedakan atas 3 (tiga) macam yaitu sistem pencahayaan merata, sistem pencahayaan terarah, dan sistem pencahayaan setempat (Amin, 2011):

### 2.4.3 Strategi Pencahayaan Alami

Untuk menyiapkan desain pencahayaan alami, maka dibutuhkan strategi pencahayaan alami berupa orientasi, pencahayaan melalui atap, bentuk, perencanaan ruang, warna (Lechner,2007).

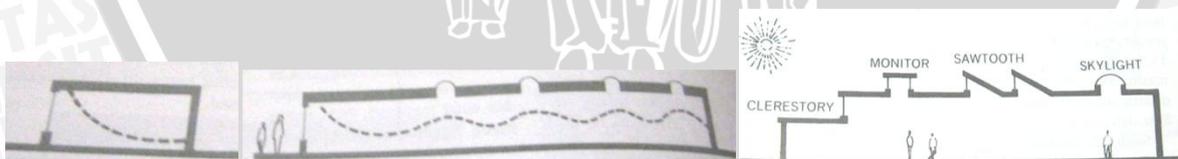
#### 1. Orientasi

Banyaknya kegunaan sinar matahari langsung, orientasi utara dan selatan merupakan yang terbaik dalam pencahayaan alami. Orientasi pada arah selatan mendapatkan sinar matahari

yang paling konsisten sepanjang hari dan tahun. Orientasi yang paling baik kedua adalah pada arah utara karena cahayanya yang konstan. Walaupun penyinarannya dalam jumlah sedikit kualitas cahayanya tetap baik. Orientasi yang buruk pada arah timur dan barat karena kedua orientasi meneriam sinar matahari hanya setengah setiap harinya dan pada matahari pada bagian timur dan barat berada sampai posisi rendah dilangit yang dapat menyebabkan silau dan pembayangan (Lechner,2007). Orientasi bangunan dan perlindungan terhadap cahaya matahari sebaiknya fasade terbuka menghadap arah selatan atau utara agar mengurangi radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan menimbulkan penambahan panas. Pada iklim tropis basah diperlukan pelindung untuk semua lubang bangunan terhadap cahaya langsung dan tidak langsung bahkan untuk seluruh bidang bangunan karena apabila langit tertutup awan seluruh bidang langit merupakan sumber cahaya (Lippsmeier, 1994).

## 2. Pencahayaan Melalui Atap

Bukaan pada bidang horisontal memberikan keuntungan yaitu memasukkan iluminasi yang tidak seragam secara adil pada area interior yang sangat luas, sementara cahaya alami dari jendela terbatas pada kedalaman 15 kaki dan lebih banyak menerima cahaya daripada bukaan vertikal. Bukaan horisontal juga menerima banyak cahaya daripada bukaan vertikal. Untuk mengatur intensitas cahaya yang lebih besar pada waktu-waktu tertentu bukaan vertikal pada atap dalam bentuk jendela *clerestory*, monitor, atau pengaturan seperti gigi gergaji. *Clerestory*, monitor dan serokan cahaya merupakan bagian ruang besar yang diangkat ke atas atap utama untuk memasukkan cahaya ke pusat ruang. Keuntungan dari tipe pencahayaan atas adalah penyebaran cahaya alami yang dihasilkan karena banyak cahaya yang masuk dipantulkan ke plafon

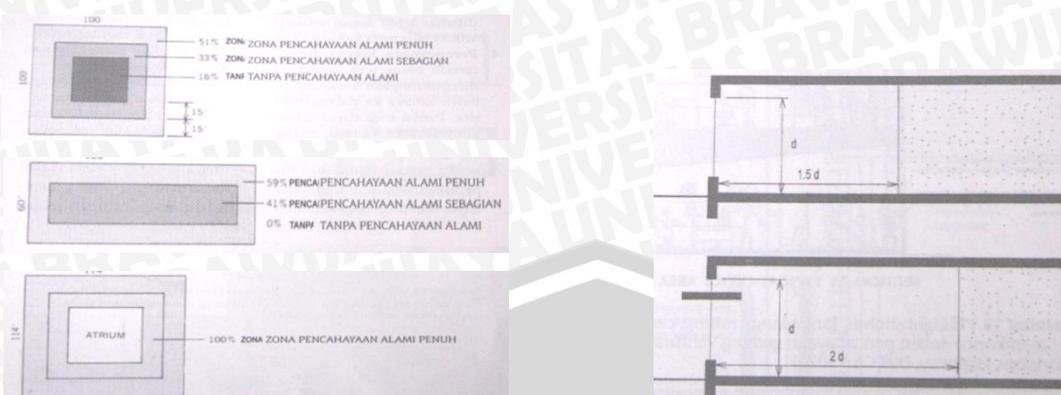


Gambar 2.9 Berbagai Macam Kemungkinan Bukaan Pada Atap untuk Pencahayaan Alami

Sumber : Lechner,2007

## 3. Bentuk

Bentuk bangunan tidak hanya ditentukan oleh kombinasi bukaan horisontal dan vertikal saja, tetapi juga oleh berapa banyak area lantai yang memiliki akses terhadap cahaya alami. Kedua orientasi dan bentuk bangunan penting untuk mendapatkan skema pencahayaan alami. Cara alami untuk penetrasi pencahayaan alami dengan 11/2 kali tinggi jendela biasa dan 2 kali tinggi jendela dengan *light shelve*s.

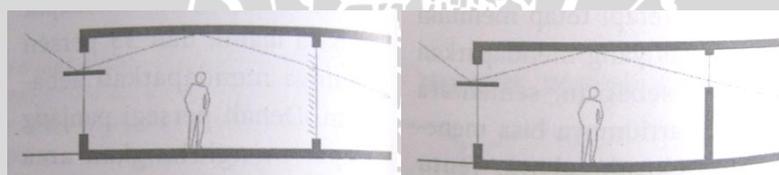


Gambar 2.10 Beberapa Denah Lantai Bangunan dan tinggi jendela yang Menggambarkan Efek Kepadatan Cahaya Alami

Sumber : Lechner,2007

#### 4. Perencanaan Ruang

Perencanaan ruang terbuka sangat menguntungkan untuk membawa cahaya ke dalam interior. Partisi kaca merupakan penyelesaian akustik untuk memperoleh privasi tanpa menghalangi cahaya dengan peletakan berada di atas tingkat mata. Apabila privasi visual juga diperlukan, tirai atau kerai yang dapat menutup kaca atau material tembus cahaya dapat digunakan. Alternatifnya partisi dapat terbuat dari kaca pada ketinggian di atas tingkat mata



Gambar 2.11 Partisi Kaca Penuh Atau Sebagian Akan Memungkinkan Pinjaman Cahaya Memasuki Ruang Dalam Bangunan

Sumber: Lechner,2007

#### 5. Warna

Penggunaan warna ringan untuk ruang luar dan ruang dalam untuk memantulkan lebih banyak cahaya pada bangunan dan interior. Atap dengan warna ringan dapat meningkatkan cahaya. Jendela yang berdekatan atau berlawanan dinding eksterior berwarna ringan akan lebih banyak menerima cahaya alami. Fasade yang berwarna ringan penting untuk meningkatkan kemampuan pencahayaan alami pada lantai bawah. Plafon harus memiliki faktor pemantul semaksimal mungkin. Lantai dan beberapa mebel kecil merupakan faktor pemantul terkecil dan mungkin hanya memiliki sedikit pantulan. Permukaan pantulan yang dapat berpengaruh yaitu plafon, dinding belakang, dinding samping, lantai dan mebel kecil.

#### 6. Penggunaan Bukaan Terpisah

Penggunaan jendela tinggi, *clerestory* atau *skylight* untuk pencahayaan alami yang baik dan gunakan jendela rendah untuk pemandangan. Jendela tinggi harus bening sedangkan jendela rendah harus terlapis atau memantulkan untuk mengendalikan silau.

#### 2.4.4 Strategi Lubang Cahaya

Pencahayaan pada ruangan dalam bangunan umumnya diperoleh dari atas (lubang atap) atau pencahayaan dari samping (lubang dinding).

##### a. Lubang Cahaya dari Atap (*Toplighting*)

Lubang cahaya dari atap (*toplighting*) beroperasi seperti pencahayaan lampu yang memancarkan cahaya secara langsung dengan arah cahaya ke bawah. *Toplighting* tidak berpengaruh pada orientasi tapak dan bangunan. beberapa jenis-jenis dari *toplighting* yaitu (Karlen, 2006):

Tabel 2.4. Jenis-Jenis Lubang Cahaya dari Atap

Jenis – Jenis Lubang Cahaya dari Atap	
	<i>Skylight</i> atau kaca horisontal yang memasukan cahaya matahari langsung dan pancaran cahaya langit melalui bukaan atas.
	<i>Clerestory</i> dengan penggunaan jendela tinggi atas, di atas tinggi langit-langit. Paling baik jendela menghadap arah utara untuk menghindari radiasi matahari.
	<i>Sawtooth Clerestory</i> dengan plafon miring menghasilkan lebih banyak cahaya tidak langsung, meningkatkan efisiensi dari <i>skylight</i>
	Monitor atau <i>double clerestory</i> paling baik digunakan untuk orientasi timur-barat dengan penggunaan pelindung cahaya yang pasif pada sisi selatan.

Sumber : Karlen, 2006

Strategi untuk memecahkan masalah silau langsung dan kumpulan cahaya yang jatuh pada permukaan bidang kerja yaitu dengan memantulkan cahaya ke plafon maupun menggunakan penghalang untuk menghalangi sumber cahaya.

##### b. Lubang Cahaya dari Samping (*Sidelighting*)

*Sidelighting* menggunakan bukaan vertikal untuk memanfaatkan pencahayaan alami. *Sidelighting* cenderung mengakibatkan silau dari cahaya matahari yang terlalu terang tergantung dari permukaan ruangan. *Sidelighting* pada sisi timur, selatan, dan barat memungkinkan panas dan silau dari matahari masuk ke dalam bangunan. Diperlukan pelindung jendela untuk menahan silau dan panas yang berlebihan. Banyak jendela komersial modern menggunakan kaca e-rendah. Kaca e-rendah menggunakan 2 atau lebih panel kaca dengan dilapisi material yang relatif jernih yang memantulkan energi infra merah ketika dilalui cahaya dari energi matahari. Lapisan pemantul dapat mengurangi silau dan mengurangi panas matahari yang masuk. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan kejernihan kaca adalah menggunakan penahan panas matahari selain kaca

yang dapat digunakan untuk mencegah radiasi panas matahari langsung yang memasuki ruangan. Dak gantung, kanopi dan *awning* merupakan penahan panas yang paling umum, sedangkan kerai, tirai merupakan penahan panas untuk interior (Karlen, 2006):.

1. *Overhang Soffit* (bukaan atau jendela di bawah dak beton)

Memberikan pelindung yang terbatas dan sangat baik yang digunakan pada fasade selatan bangunan.

2. *Awning* atau Pelindung Tambahan Lain

Memberikan perlindungan tambahan dan biasanya dibutuhkan pada sisi timur dan barat bangunan.

3. *Light Shelf*

Memberikan perlindungan dan pencahayaan tidak langsung untuk ruang dalam, meningkatkan masuknya jumlah cahaya matahari ke dalam ruangan. *Light shelf* paling efektif digunakan pada sisi selatan, tetapi dapat juga digunakan pada sisi timur dan barat bangunan.



Gambar 2.12 Jenis *Sidelighting*  
Sumber : Karlen, 2006

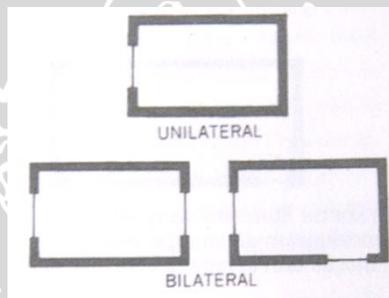
Banyak bangunan modern menggunakan pembatas diantara 2 (dua) jendela atas dan bawah (*light shelf*) untuk melindungi jendela atau kaca bagian bawah, sehingga memungkinkan penggunaan kaca yang jernih. Jendela di atas pembatas merupakan pemantul yang berfungsi memantulkan cahaya ke dalam dan ke arah plafon yang membuat cahaya matahari dapat masuk lebih dalam dan meningkatkan kualitas pencahayaan interior. Kaca penahan panas matahari biasanya terlihat lebih gelap atau lebih memantulkan cahaya daripada kaca dibawahnya untuk menahan radiasi cahaya matahari langsung dan silau dari langit yang cerah.

Material pelindung jendela tambahan biasanya dibutuhkan pada jendela dan bukaan untuk masuknya cahaya matahari seperti pelindung horisontal, pelindung vertikal, pelindung solid, pelindung transmisi parsial, dan tirai.

Penerangan dari samping bangunan dipengaruhi oleh spesifikasi rancangan bangunan yang berhubungan dengan orientasi, skala, elemen pemantul dan konfigurasi penerangan dari samping akan berpengaruh oleh bentuk posisi jendela.

Strategi pencahayaan alami melalui jendela, iluminasi terbesar ada dalam jendela dan berkurang drastis sampai pada tingkat yang tidak cukup untuk kegiatan visual. Strategi untuk mengatasi silau dan ratio tingkat terang yang berlebih pada jendela sebagai berikut (Lechner,2007):

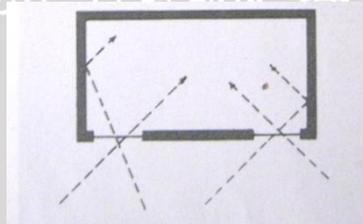
1. Jendela dinding harus tinggi, tersebar merata, dan pada area optimal. Kedalaman yang berguna untuk cahaya alami terbatas 1,5 kali tinggi atas jendela. Jika memungkinkan ketinggian plafon dapat dinaikkan agar jendela lebih tinggi. Cahaya alami akan lebih tidak seragam dalam ruang jika jendela lebih banyak pada bidang horisontal daripada vertikal dan lebih baik jika tersebar yang dapat memasukkan cahaya dalam beberapa titik.
2. Peletakkan jendela pada lebih dari satu dinding. Jendela pada dua sisi dinding untuk penyebaran cahaya yang jauh lebih baik dan dapat mengurangi silau dengan menggunakan pencahayaan bilateral.



Gambar 2.13 Pencahayaan Bilateral dan Unilateral

Sumber : Lechner,2007

3. Peletakkan jendela yang berdekatan dengan dinding interior. Dinding interior yang dekat jendela akan berfungsi sebagai pemantul terang cahaya untuk mengurangi cahaya alami langsung yang terlalu kuat.



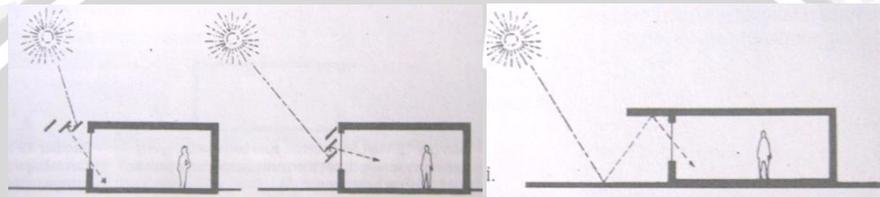
Gambar 2.14 Distribusi Cahaya Oleh Pemantulan Dinding

Sumber : Lechner,2007

4. Perbesar area dinding untuk mengurangi kekontrasan antara jendela dan dinding. Jendela menghasilkan silau yang lebih sedikit ketika dinding terdekat tidak terlalu gelap.

5. Saring cahaya alami. Sinar matahari dapat disaring dan diperlembut dengan pepohonan.
6. Lindungi Jendela

Pada idealnya, hanya sejumlah kecil sinar matahari yang diperbolehkan masuk melalui jendela. Cahaya harus disebar dengan memantulkan ke plafon. Apabila hal itu tidak memungkinkan, cahaya harus terlebih dahulu dilindungi sebelum masuk. Penghalang vertikal dan horisontal yang dicat dengan warna terang dapat akan menguntungkan karena dapat menghalangi sinar matahari langsung, namun masih memantulkan penyebaran sinar.



Gambar 2.15 Penghalang Cahaya Horisontal maupun Vertikal

Sumber: Lechner, 2007

#### 2.4.5 Tingkat Kebutuhan Cahaya

Kebutuhan cahaya setiap orang berbeda-beda sesuai dengan usia, objek yang dilihat, jenis pekerjaan yang dilakukan. Cahaya yang berasal dari sumber cahaya dapat digunakan untuk 3 hal yaitu bekerja, membaca, dan sebagai estetika. Faktor yang dapat mempengaruhi penglihatan yaitu (Padmanaba, 2006):

- a. Faktor pertama adalah usia. Dengan bertambahnya usia maka menyebabkan lensa mata dapat kehilangan elastisitasnya dan kesulitan melihat pada jarak yang dekat maupun jarak jauh.
- b. Faktor kedua adalah luminansi yaitu banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh permukaan objek. Jumlah sumber cahaya mempengaruhi kepekaan mata terhadap warna tertentu. Tingkat luminansi dapat mempengaruhi kemampuan mata untuk melihat objek gambar dan orang pada usia tua diperlukan intensitas penerangan yang lebih besar untuk melihat objek gambar.
- c. Faktor ketiga adalah faktor silau. Silau adalah suatu proses adaptasi yang berlebihan pada mata karena retina terkena sinar yang berlebihan.
- d. Faktor keempat adalah faktor ukuran pupil. Lubang pupil dipengaruhi oleh fokus lensa mata, pupil mengecil ketika lensa mata memfokuskan pada objek yang dekat.
- e. Faktor kelima adalah faktor sudut dan ketajaman penglihatan. Sudut penglihatan merupakan sudut yang berhadapan dengan objek pada mata.

### 2.4.6 Optimasi Pencahayaan pada Bangunan

Kriteria perancangan mengenai tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung menurut SNI 03-2396-2001 adalah sebagai berikut:

#### 1. Pencahayaan Alami Siang Hari

Pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila :

- Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan.
- Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu

#### 2. Tingkat Pencahayaan Alami dalam Ruang

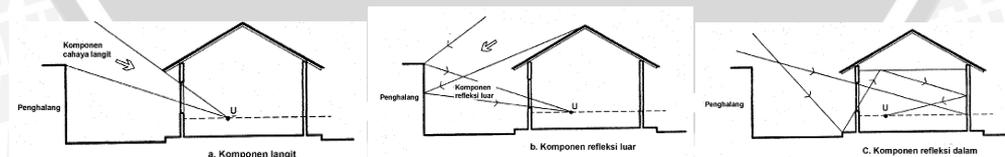
Tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan ditentukan oleh tingkat pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama. Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan oleh :

- Hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya.
- Ukuran dan posisi lubang cahaya.
- Distribusi terang langit.
- Bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur.

#### 3. Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

Faktor pencahayaan alami siang hari adalah perbandingan tingkat pencahayaan pada suatu titik dari suatu bidang tertentu di dalam suatu ruangan terhadap tingkat pencahayaan bidang datar di lapangan terbuka yang merupakan ukuran kinerja lubang cahaya ruangan tersebut. Faktor pencahayaan alami siang hari terdiri dari 3 komponen meliputi:

- Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit.



Gambar 2.16 Komponen Langit pada Pencahayaan Alami

Sumber: SNI 03-2396:2001

- Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar -frl) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan.

c. Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam frd) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit.

4. Persyaratan teknis

a. Klasifikasi Berdasarkan Kualitas Pencahayaan

Kualitas pencahayaan yang harus dan layak disediakan, ditentukan oleh:

1. Penggunaan ruangan, khususnya ditinjau dari segi beratnya penglihatan oleh mata terhadap aktivitas yang harus dilakukan dalam ruangan itu.
2. Lamanya waktu aktivitas yang memerlukan daya penglihatan yang tinggi dan sifat aktivitasnya, sifat aktivitas dapat secara terus menerus memerlukan perhatian dan penglihatan yang tepat, atau dapat pula secara periodik dimana mata dapat beristirahat.

Klasifikasi kualitas pencahayaan adalah sebagai berikut:

1. Kualitas A : kerja halus sekali, pekerjaan secara cermat terus menerus, seperti menggambar detail, menjahit kain warna gelap.
2. Kualitas B : kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus, seperti menulis, membaca, membuat alat atau merakit komponen kecil.
3. Kualitas C : kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar dari pengguna, seperti pekerjaan kayu, merakit suku cadang yang agak besar.
4. Kualitas D : kerja kasar, pekerjaan dimana hanya detail-detail yang besar harus dikenal, seperti gudang, lorong.

b. Persyaratan Faktor Langit dalam Ruangan

- Nilai faktor langit ( $f_l$ ) dari suatu titik ukur dalam ruangan harus memenuhi syarat-syarat yaitu sekurang-kurangnya memenuhi nilai-nilai faktor langit minimum ( $f_{lmin}$ ) dan dipilih menurut klasifikasi kualitas pencahayaan yang dikehendaki dan dirancang untuk bangunan tersebut.

Tabel 2.5. Nilai Faktor Langit untuk Bangunan Umum

Klasifikasi pencahayaan	$f_{lmin}$ TUU
A	0,45.d
B	0,35.d
C	0,25.d
D	0,15.d

Sumber: SNI 03-2396:2001

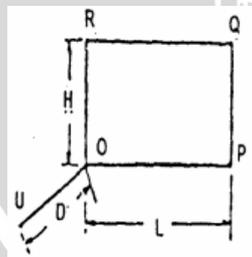
- Ruangan dengan pencahayaan langsung dari lubang cahaya di satu dinding nilai  $f_l$  ditentukan dari setiap ruangan langsung dari langit melalui lubang-lubang atau

jendela-jendela di satu dinding harus diteliti fl dari 1(satu) TUU dan 2 (dua) TUS, jarak antara 2 (dua) titik ukur tidak boleh lebih besar dari 3 m.

- Ruang dengan pencahayaan langsung dari lubang cahaya di 2 (dua) dinding yang berhadapan nilai faktor langit ditentukan apabila ruangan menerima pencahayaan langsung dari langit melalui lubang jendela di 2(dua) dinding yang berhadapan (sejajar), maka setiap lubang cahaya efektif mempunyai kelompok titik ukur sendiri, untuk titik ukur yang pertama yaitu bidang lubang cahaya efektif yang paling penting berlaku ketentuan tabel 7, untuk kelompok titik ukur yang kedua ditetapkan syarat minimum sebesar 30 % dari tabel 7, nilai faktor langit untuk setiap titik ukur adalah jumlah faktor langit yang diperolehnya dari lubang cahaya di kedua dinding, apabila jarak antara kedua bidang lubang cahaya lebih dari 4m dan kurang dari 9m dianggap telah dipenuhi apabila luas total lubang cahaya efektif kedua sekurang-kurangnya 40% dari luas bidang cahaya efektif pertama.
- Penerimaan cahaya siang hari pada koridor dalam bangunan umum harus sekurang-kurangnya dapat menerima cahaya siang hari melalui luas kaca minimal 0,30 m<sup>2</sup>. Untuk setiap 5 meter panjang dengan ketentuan luas kaca dinding luar diperhitungkan 100%, luas kaca untuk perbatasan dengan ruangan dengan pencahayaan kualitas C diperhitungkan 10 %.

c. Penetapan Faktor Langit

Posisi titik ukur U, yang jauhnya D dari lubang cahaya efektif berbentuk persegi panjang OPQR (tinggi H dan lebar L) seperti gambar berikut:



Gambar 2.17. Posisi Titik Ukur  
Sumber: SNI 03-2396:2001

Keterangan:

H adalah tinggi lubang cahaya efektif

L adalah lebar lubang cahaya efektif

D adalah jarak titik ukur ke bidang lubang cahaya efektif

Perhitungan besarnya faktor langit untuk titik ukur pada bidang kerja di dalam ruangan dilakukan dengan metode analitis dimana nilai fl sebagai fungsi dari H/D dan U/D seperti tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 2.6 . Nilai Faktor Langit

L/D	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	11,0
H/D	0,1	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10
	0,2	0,06	0,12	0,17	0,22	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38
	0,3	0,13	0,26	0,37	0,48	0,57	0,65	0,72	0,77	0,82
	0,4	0,22	0,43	0,62	0,80	0,96	1,09	1,20	1,30	1,38
	0,5	0,32	0,62	0,91	1,17	1,39	1,59	1,76	1,90	2,02
	0,6	0,42	0,82	1,20	1,55	1,85	2,12	2,34	2,53	2,69
	0,7	0,52	1,02	1,50	1,93	2,31	2,64	2,93	3,18	3,38
	0,8	0,62	1,122	1,78	2,29	2,75	3,26	3,50	3,80	4,05
	0,9	0,71	1,40	2,04	2,64	3,17	3,63	4,04	4,39	4,69
	1,0	0,79	1,56	2,29	2,95	3,56	4,09	4,55	4,95	5,29
	1,5	1,10	2,17	4,13	4,13	4,99	5,77	6,45	7,05	7,58
	2,0	1,27	2,51	4,80	4,80	5,81	6,74	7,56	8,29	8,94
	2,5	1,37	2,70	3,98	3,98	6,29	7,31	8,22	9,03	9,76
	3,0	1,43	2,82	4,16	4,16	6,59	7,66	8,62	9,49	10,27
	3,5	1,47	2,90	4,28	4,28	6,78	7,89	8,89	9,79	10,60
	4,0	1,49	2,96	4,36	4,36	6,91	8,04	9,07	10,00	10,83
	4,5	1,51	2,99	4,41	4,41	7,01	8,15	9,20	10,15	11,00
	5,0	1,53	3,02	4,46	4,46	7,07	8,24	9,29	10,25	12,12
	6,0	1,54	3,06	4,51	4,51	7,17	8,34	9,42	10,40	11,28

L/D	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
H/D	0,1	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
	0,2	0,45	0,45	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49
	0,3	0,97	0,97	1,01	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05
	0,4	1,63	1,63	1,71	1,74	1,76	1,77	1,78	1,78	1,78
	0,5	2,40	2,40	2,52	2,57	2,60	2,61	2,63	2,63	2,63
	0,6	3,22	3,22	3,39	3,46	3,50	3,52	3,54	3,54	3,55
	0,7	4,07	4,07	4,129	4,39	4,4	4,47	4,48	4,50	4,51
	0,8	4,90	4,90	5,118	5,31	5,37	5,41	5,43	5,45	5,46
	0,9	5,71	5,71	6,04	6,04	6,20	6,28	6,33	6,36	6,40
	1,0	6,47	6,47	6,87	7,06	7,16	7,22	7,25	7,28	7,30
	1,5	9,52	9,52	10,23	10,59	10,79	10,90	10,97	11,05	11,08
	2,0	11,44	11,44	12,43	12,96	13,26	13,44	13,55	13,62	13,73
	2,5	12,64	12,64	13,85	14,52	14,92	15,16	15,32	15,42	15,49
	3,0	13,41	13,41	14,78	15,58	16,06	16,36	16,56	16,70	16,91
	3,5	13,93	13,93	15,42	16,31	16,87	17,22	17,46	17,64	17,89
	4,0	14,30	14,30	15,88	16,84	17,45	17,85	18,13	18,32	18,63
	4,5	14,56	14,56	16,21	17,23	17,89	18,3	18,63	18,85	19,21
	5,0	14,75	14,75	16,45	17,52	18,22	18,69	19,03	19,26	19,67
	6,0	15,01	15,01	16,79	17,92	18,68	19,20	19,58	19,85	20,33

Sumber : SNI 03-2396:2001

#### 2.4.7 Perancangan Pencahayaan Alami Pada Siang Hari

Perancangan pencahayaan alami siang hari dapat dipengaruhi oleh pencahayaan alami dan luas lubang cahaya dan letak dan bentuk lubang cahaya (SNI 03-2396-2001).

##### 1. Pencahayaan Alami dan Luas Lubang Cahaya

a. Untuk memperoleh kualitas pencahayaan yang diinginkan maka di dalam perancangan perlu diperhatikan hal-hal yang mempengaruhi kualitas pencahayaan tersebut. Kualitas pencahayaan alami siang hari dalam ruangan ditentukan oleh:

- Perbandingan luas lubang cahaya dan luas lantai.
- Bentuk dan letak lubang cahaya.
- Faktor refleksi cahaya dari permukaan di dalam ruangan.

b. Kedudukan Lubang Cahaya

Kedudukan lubang cahaya terhadap bagian lain dari bangunan dan keadaan lingkungan sekitarnya yang dapat merupakan penghalang bagi masuknya cahaya kedalam ruangan.

2. Letak dan Bentuk Lubang Cahaya

a. Letak atau posisi lubang cahaya berpengaruh kepada nilai faktor langit serta distribusi cahaya ke dalam ruang sebagai berikut :

- Lubang cahaya yang sama besarnya, mempunyai nilai fl yang lebih besar untuk kedudukan yang lebih tinggi.
- Titik ukur yang terletak 2 meter dari bidang lubang cahaya efektif memperoleh pencahayaan dari lubang cahaya efektif yang berbentuk bujur sangkar dengan sisi 20 cm dengan letak tinggi yang berbeda-beda.

Tabel 2.7. Hubungan antara Tinggi Tempat Lubang Cahaya dengan Nilai Faktor Langit Relatif.

Tinggi tempat lubang cahaya (cm)	Nilai Faktor langit relatif
0 - 20	1
20 - 40	2
40 - 60	3,5
60 - 80	4
80 - 100	5
100 - 120	5
120 - 140	5
140 - 160	5
160 - 180	4,5
180 - 200	4

Sumber: SNI 03-2396:2001

- Lubang cahaya efektif yang sama besarnya apabila kedudukannya lebih ke samping dari bidang vertikal yang lewat titik ukur dan tegak lurus pada bidang lubang cahaya efektif, akan memberikan nilai faktor langit pada titik ukur yang lebih kecil. Faktor langit dengan sisi 20 cm dan garis bawahnya berimpitan dengan ketinggian bidang kerja (titik ukur), diambil sebagai dasar satuan.

Tabel 2.8. Hubungan antara Jarak Samping dengan Nilai Faktor Langit Relatif

Jarak kesamping (cm)	Nilai Faktor langit relatif
0 - 20	1
20 - 40	0,5
40 - 60	1
60 - 80	0,5
80 - 100	0,5
180 - 200	0
280 - 300	0

Sumber: SNI 03-2396:2001

- Nilai faktor langit untuk lubang cahaya efektif yang letaknya sentral dan tinggi terhadap titik ukur, lebih efektif dibandingkan lubang cahaya yang letaknya ke samping dan rendah.

- Bagian-bagian dari lubang cahaya efektif yang letaknya tinggi akan lebih efektif dalam distribusi cahaya ke bagian-bagian dari ruangan yang letaknya lebih dalam dari pada ke samping.
- b. Bentuk lubang cahaya memberikan pengaruh terhadap distribusi cahaya sebagai berikut:
  - Lubang cahaya yang melebar akan berguna untuk mendistribusikan cahaya lebih merata dalam arah lebar ruangan.
  - Lubang cahaya efektif yang ukuran tingginya lebih besar dari ukuran lebarnya memberikan penetrasi ke dalam yang lebih baik.
- c. Penghalang cahaya
  - Unsur unsur dari jendela (kusen, palang palang dan lainnya) yang terbuat dari bahan yang tidak tembus cahaya akan merubah luas ukuran lubang cahaya efektif.
  - Pengurangan ukuran lubang cahaya efektif tidak hanya disebabkan unsur-unsur yang terletak pada bidang lubang cahaya efektif atau bidang yang sejajar, tetapi juga oleh bidang yang tegak lurus pada bidang ini.
  - Perhitungan faktor langit suatu titik ukur tertentu dapat dilakukan dengan cara menetapkan ukuran utama lubang cahaya efektif, kemudian dihitung berapa persen bagian-bagian yang dilihat dari titik ukur yang tidak tembus cahaya, faktor langit yang dapat dikalikan dengan  $(100-a)\%$  dimana a adalah bagian yang tidak tembus cahaya.
- d. Penghalang cahaya lainnya yang berupa bagian dari bangunan itu sendiri seperti:
  - Tebal dinding atau bagian bangunan yang menonjol.
  - Bagian atas lubang cahaya efektif yang dibatasi oleh teritisan dan lain-lain.
- e. Bangunan lain yang berada di hadapan lubang cahaya umumnya akan membatasi bagian bawah dari lubang cahaya efektif.
- f. Tanaman dapat merupakan penghalang cahaya karena hal ini sukar sekali untuk diperkirakan maka pengaruhnya sering tidak diperhitungkan. Untuk memperhitungkannya dianjurkan dalam perancangan diambil nilai faktor langit 10 % hingga 20% dari persyaratan yang diberikan.
- g. Distribusi cahaya dalam ruangan  
Kualitas pencahayaan alami siang hari dalam suatu ruangan dapat dikatakan baik apabila :

- Tingkat pencahayaan yang minimal dibutuhkan selalu dapat dicapai atau dilampaui tidak hanya pada daerah-daerah di dekat jendela atau lubang cahaya tetapi untuk ruangan secara keseluruhan.
  - Tidak terjadi kontras antara bagian yang terang dan gelap yang terlalu tinggi (40:1) sehingga dapat mengganggu penglihatan.
- h. Untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami siang hari di dalam ruangan perlu diperhatikan petunjuk-petunjuk di bawah ini :
- Apabila kondisi bangunan memungkinkan, hendaknya ruangan dapat menerima cahaya lebih dari satu arah.
  - Untuk memanfaatkan sebaik-baiknya pemasukan cahaya alami ke dalam ruangan, hendaknya permukaan ruangan bagian dalam menggunakan warnayang cerah.
  - *Vitrase* (gorden transparan) dapat membantu membaurkan cahaya, tetapi juga mengurangi cahaya yang masuk.
  - Kasa nyamuk dapat mengurangi banyaknya arus cahaya yang masuk sekurangkurangnya 15%.
  - Penggunaan kaca khusus untuk mengurangi radiasi termal sebaiknya tidak mengurangi cahaya yang masuk.

## 2.5 Tinjauan Terdahulu

### 1. Pengaruh Penerangan Alam Pada Kinerja Ruangan Kerja Dosen; (Winarto, E, D,2007)

Faktor yang mempengaruhi penerangan di dalam ruang antara lain luas bukaan, proporsi ruang, kedalaman ruang, tinggi langit-langit, keadaan tekstur, penghalang matahari dan warna semua elemen pembentuk ruang.

Simulasi dilakukan pada salah satu ruang pada bangunan yang disederhanakan sebagai satu bentuk persegi (*rectangle*). Bukaan (jendela) kaca terang (*clear glass*) dengan frame aluminium berukuran lebar 2.40 meter dan tinggi 1.50 meter atau sebesar 24% dari luas dinding, dan 2 % dari luas kulit ruang .

Dengan data-data dan kondisi ruang seperti tersebut di atas dilakukan simulasi dengan *software Superlite*, untuk melihat distribusi penerangan alam pada ruang melalui bukaan jendela dengan hasil pada jam 06.00 kuat penerangan hanya ada pada bagian terdekat dengan bukaan saja, kurang lebih 17 % ruangan, selebihnya (83 %) tidak mendapatkan penerangan yang cukup, dan pada jam 12.00 dan pada jam 17.00 terjadi kondisi yang sama.

2. Pengaruh Lingkungan Penerangan Terhadap Kualitas Ruang Pada Dua Tipe Ruang Kantor, Studi Kasus : Gedung Graha Pena; (Nurdiah, E.A. Dinapradipta, A. Antaryaman. 2007)

Pengaruh lingkungan penerangan terhadap kualitas ruang pada satu ruang berbeda dengan ruang yang lain. Ruang kantor yang berukuran kecil memiliki kualitas ruang yang berbeda dengan ruang kantor yang berukuran besar meskipun kedua ruang memiliki strategi penerangan yang sama. Standar pencahayaan untuk berbagai jenis fungsi ruang direkomendasikan IESNA, usia pengguna ruang jenis visual dapat berpengaruh terhadap standar pencahayaan. Ruang kantor dengan jenis pekerjaan menggunakan komputer membutuhkan tingkat iluminasi sebesar 150-200 lux dan untuk kebutuhan membaca membutuhkan tingkat iluminasi 200-500 lux.

Penelitian dilakukan 2 (dua) tahap yaitu dengan penelitian lapangan dan penyebaran angket. Pengukuran lapangan dilakukan dengan menggunakan alat *luxmeter*. Pengukuran dilakukan pada kondisi tepi dekat jendela, tengah zona, dan tengah ruangan. Cara pengukuran dilakukan dengan meletakkan sensor alat ukur tepat di atas meja. Penyebaran angket pada setiap ruang digunakan untuk mengetahui tanggapan pengguna ruang mengenai kualitas ruang kerja yang dipengaruhi oleh penerangan.

Nilai iluminasi yang rendah pada kantor terbuka dapat disebabkan karena desain ruang yang menggunakan dominan warna gelap dan persebaran titik lampu di kantor terbuka tidak merata disebabkan karena void. Nilai SC yang memasuki ruang cukup karena tipologi jendela yang polos tanpa overhang, namun penggunaan *vertical blinds* mengurangi masuknya SC. Pada kantor tertutup memiliki intensitas cahaya yang tinggi karena menggunakan warna-warna cerah untuk elemen bidang ruang. Rendahnya nilai *Daylight Factors* (DF) pada ruang kantor terbuka disebabkan karena perbedaan kontras terang antara ruang luar dan ruang dalam terlalu menimbulkan silau. Nilai *Daylight Factors* (DF) pada ruang kantor privat cenderung tinggi karena tidak terdapat penghalang gedung. Gangguan silau yang terjadi lebih disebabkan karena posisi matahari dan arah bukaan jendela yang menghadap sisi timur yang dapat diatasi dengan *vertical blinds*.

3. Aplikasi Simulasi Komputer Dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Pencahayaan Alami Bangunan; (Baharuddin, 2011)

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode simulasi komputer perangkat *Radiance* dan *Ecotect*. Program *Ecotect* menjadi representasi dari bangunan yang diatur

menurut jenis dan bahan jendela, tingkat transmisi cahaya, tingkat reflektivitas dari dinding-dinding, langit-langit, dan lantai. Selanjutnya memilih waktu dan tanggal serta kondisi langit. Tanggal yang dipilih yaitu 22 Juni, 22 September, 22 Desember dan kondisi langit yang disimulasikan yaitu langit cerah, langit berawan dan langit mendung.

Pada kondisi langit cerah, ketersediaan cahaya dalam ruangan sangat tinggi, tetapi pada kondisi langit berawan dan langit mendung ketersediaan cahaya dalam ruangan menjadi kecil. Pengaruh letak matahari sangat berpengaruh terhadap ketersediaan cahaya, pada saat matahari berada di garis balik utara maka ruangan yang berada pada bagian utara memperoleh cahaya yang lebih banyak di bandingkan dengan bagian selatan, begitu juga sebaliknya bagian selatan akan mendapat cahaya yang lebih banyak pada saat matahari berada di garis balik selatan. Tingkat transmisi cahaya dari material merupakan kemampuan suatu material untuk meloloskan sejumlah cahaya yang diterimanya. Reflektivitas permukaan tergantung dari warna dan kekasaran permukaan. Warna yang lebih cerah akan memantulkan cahaya yang lebih banyak jika dibandingkan dengan warna yang lebih gelap. Elemen pembayangan digunakan untuk mengurangi panas dan cahaya yang menyebabkan silau yang masuk dalam ruangan. Elemen pembayangan dapat mengurangi tingkat iluminasi yang berlebih. Dinding partisi dapat membatasi masuknya cahaya ke bagian ruangan yang lebih dalam, penggunaan material transparan pada bagian atas dinding partisi dapat memperbaiki kualitas pencahayaan ruangan.

#### 4. Kaitan Desain Selubung Bangunan terhadap Pemakaian Energi dalam Bangunan, Studi Kasus : Perumahan Graha Padma Semarang (Sukawi, 2010)

Salah satu ciri bangunan tropis yaitu dapat melindungi bangunan dari radiasi sinar matahari langsung. Radiasi sinar matahari langsung pada dinding bangunan dapat ditanggulangi dengan pembayangan dari tritisan pada dinding bangunan. Radiasi sinar matahari dapat dipengaruhi oleh orientasi fasad bangunan terhadap arah lintasan matahari.

Orientasi bangunan sebagai salah satu faktor untuk meminimalkan konsumsi energi pada bangunan. Dalam *sun path* diagram dapat diketahui posisi matahari berdasarkan tanggal, bulan, dan waktu siang hari untuk mendapatkan besarnya sudut ketinggian matahari dengan besaran sudut yang berkisar  $0^\circ$  hingga  $90^\circ$ . Dinding dapat dibayangi oleh pepohonan. Atap perlu diberi isolator panas atau penangkal panas. Langit-langit umum dipergunakan untuk mencegah panas dari atap merambat langsung ke bawah.

Penelitian dilakukan dengan mengambil 2 type rumah berdasarkan bentuk fasade yang sama dengan orientasi bangunan yang berbeda. Pada penelitian dapat dihitung persentase pembayangan baik pada bidang tidak tembus cahaya (dinding) maupun pada bidang yang tembus cahaya (bukaan atau jendela). Penelitian dilakukan pada pukul 09.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB.

Dinding akan menjadi panas apabila tidak terlindungi dari radiasi matahari dan akan meneruskan panas ke dalam ruangan, sehingga diperlukan pembayangan pada dinding. Hal yang dapat mempengaruhi pembayangan dinding pada bangunan yaitu fasade rumah, orientasi bangunan.

Konfigurasi kelompok atau deretan rumah selain memperhatikan mempertimbangkan aksesibilitas, view juga harus memperhatikan lintasan matahari terutama untuk penentuan jarak bangunan, model fasade, model atap. Pelindung bukaan pada fasade sebaiknya dapat diatur sesuai kebutuhannya untuk pemanfaatan terang langit seoptimal mungkin. Untuk daerah khatulistiwa secara umum perletakan jendela harus memperhatikan garis edar matahari, sisi utara dan selatan adalah tempat potensial untuk perletakan jendela guna mendapatkan cahaya alami.

## 2.6 Kesimpulan Tinjauan

Tabel 2.9 Kesimpulan Tinjauan

No	Tinjauan	Kesimpulan
1.	Tinjauan Perguruan Tinggi	Faktor-faktor lingkungan berupa cahaya atau penerangan, warna, udara, bunyi, musik (Nuraida Ida, 2007 :156).
2.	Tinjauan Selubung Bangunan atau <i>Fasade</i>	a.Selubung bangunan merupakan bagian yang menyelubungi dinding dan atap (Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 38 Tahun 2012). b.Selubung bangunan secara fisik terdiri dari sistem diatas tanah termasuk dinding dan jendela (Felixon, 2011) c.Kriteria penentuan selubung bangunan yaitu mengganti warna cat dinding dari warna gelap menjadi warna yang lebih terang, menggunakan alat peneduh pada jendela luar dengan (SNI 03-6389, 2011). d.Persyaratan jendela yaitu ukuran dan dimensi (Amin, 2010).
3.	Tinjauan Pencahayaan	a.Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar maupun dinding kaca sekurang-kurangnya 1/6 daripada luas lantai (Amin, 2011). b.Faktor agar penggunaan sinar matahari memberikan keuntungan: Variasi intensitas cahaya, distribusi dari terangnya cahaya, efek dan lokasi, pemantulan cahaya, jarak antar bangunan, letak geografis dan kegunaan bangunan (Amin, 2011). c. Hal yang perlu diperhatikan saat mendesain bangunan (Karlen, 2006) Penempatan bangunan yaitu membuat orientasi bangunan, pembentukan massa bangunan yaitu menampilkan permukaan bangunan menghadap matahari, memilih bukaan bangunan, melindungi fasade dan bukaan dengan bangunan, menambahkan peralatan pelindung untuk mengontrol cahaya matahari, mendesain kontrol pencahayaan lampu. d. Strategi pencahayaan alami (Lechner,2007). Orientasi, pencahayaan melalui atap, bentuk bangunan yang ditentukan oleh kombinasi bukaan horisontal dan vertikal dan juga area lantai yang memiliki akses terhadap cahaya alami, perencanaan ruang, warna ringan dapat memantulkan cahaya lebih pada bangunan dan interior, penggunaan bukaan terpisah dengan jendela tinggi harus bening dan jendela rendah harus terlapisi atau memantulkan untuk mengendalikan silau.

e. Strategi Lubang Cahaya

Lubang cahaya dari atap tidak berpengaruh pada orientasi tapak dan bangunan.

Lubang cahaya dari samping diperlukan pelindung jendela untuk menahan silau dan panas yang berlebihan (Karlen, 2006)

g. Penerangan dari samping bangunan dipengaruhi oleh spesifikasi rancangan bangunan yang berhubungan dengan orientasi, skala, elemen pemantul dan konfigurasi penerangan samping yang mempengaruhi bentuk jendela (Lechner,2007).

h. Strategi pencahayaan alami melalui jendela:

Jendela harus tinggi, tersebar merata dan pada area optimal. Peletakan jendela pada lebih dari 1 dinding. Peletakan jendela yang berdekatan dengan dinding interior. Perbesar area dinding untuk mengurangi kekontrasan antara jendela dan dinding. Saring cahaya alami (Lechner,2007).

i. Tingkat Kebutuhan Cahaya

Usia, luminasi, faktor silau, faktor ukuran pupil, faktor sudut dan ketajaman penglihatan Cok Gd Rai, 1990).

j. Optimasi Pencahayaan Pada Bangunan

Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan oleh hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya, ukuran dan posisi lubang cahaya, distribusi terang langit, bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur (SNI 03-2396, 2001).

k. Perancangan pencahayaan alami

Perancangan pencahayaan alami dapat dipengaruhi oleh pencahayaan alami dan luas lubang cahaya. Kualitas pencahayaan alami siang hari ruangan ditentukan oleh perbandingan luas lubang cahaya dan luas lantai, bentuk dan letak lubang cahaya, faktor refleksi cahaya dari permukaan di dalam ruangan

Letak dan bentuk lubang cahaya berupa letak atau posisi lubang cahaya, bentuk lubang cahaya, penghalang cahaya, bangunan lain yang berada di hadapan lubang cahaya, tanaman (SNI 03-2396, 2001).

Tabel 2.10. Kesimpulan Tinjauan Terdahulu

No.	Sumber	Variabel
1.	Winarto, E, D,2007	Luas bukaan Proporsi ruang Kedalaman ruang Material Penghalang matahari
2.	Nurdiah, E,A. Dinapradipta, A. Antaryaman. 2007	Material Dimensi ruang Bentuk jendela Orientasi bukaan
3.	Baharuddin, 2011	Material Elemen pembayangan Orientasi bangunan
4.	Sukawi, 2010	Orientasi fasad bangunan Material Letak jendela Jarak bangunan

## 2.7 Variabel atau Parameter Operasional

Untuk mengurangi konsumsi energi pada perguruan tinggi, maka salah satu cara dengan penggunaan pencahayaan alami sebagai media penerangan dalam laboratorium. Panas yang masuk dalam bangunan yang disebabkan oleh luas jendela yang besar dapat mempengaruhi kenyamanan dalam ruang dalam.

Selubung bangunan atau *fasade* dengan luasan kaca yang sangat besar dapat digunakan untuk memanfaatkan cahaya alami yang mengurangi penggunaan pencahayaan buatan dan namun dapat berdampak pada panas radiasi yang masuk dalam bangunan. Desain fasade bangunan dapat mempengaruhi sistem penerangan dengan memanfaatkan pencahayaan alami yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Lokasi, Letak dan Orientasi Bangunan
2. Bentuk, Ukuran dan Orientasi Jendela

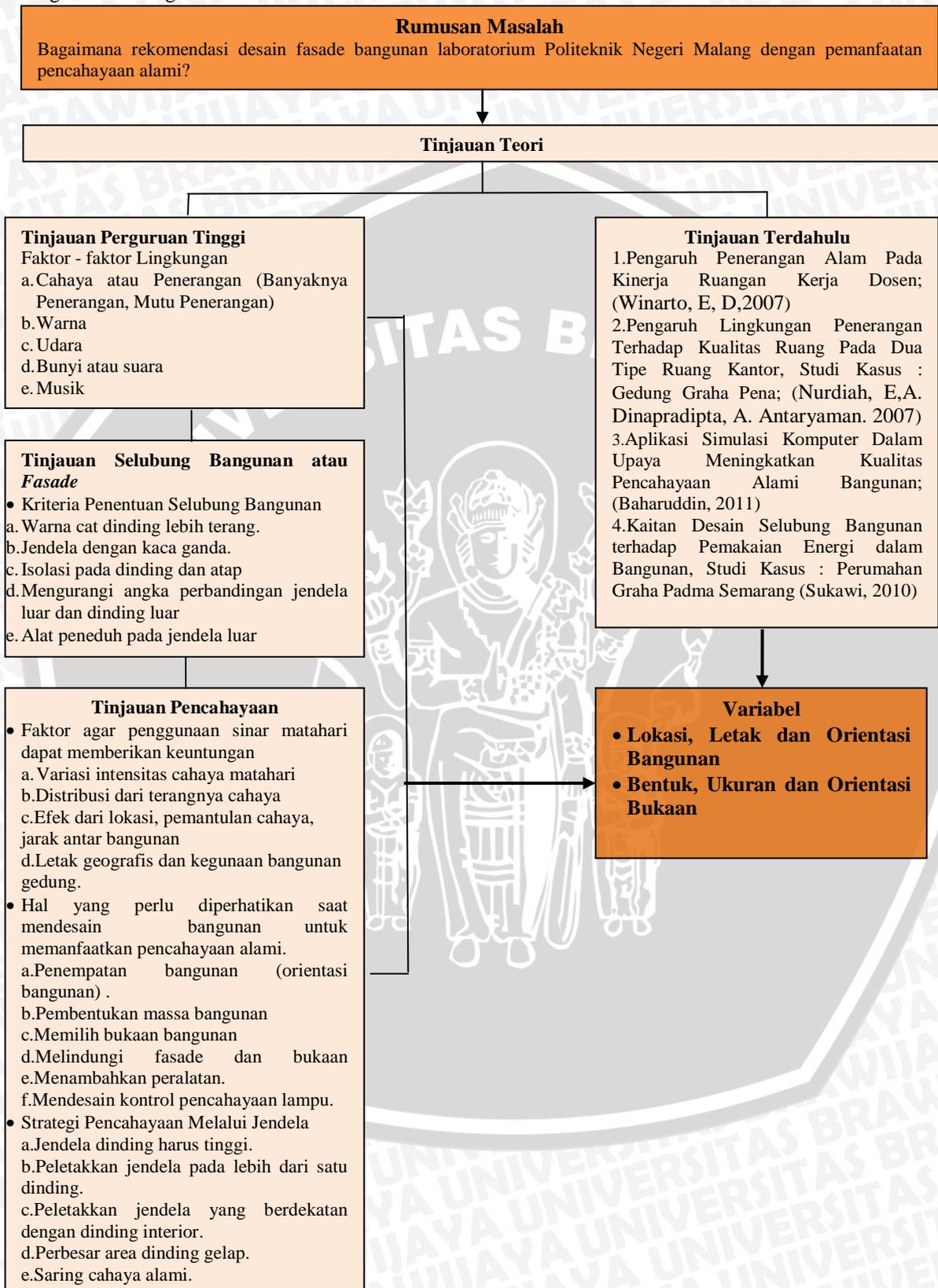
## 2.8. Tinjauan Komparasi

Tabel 2.11. Tinjauan Komparasi

Parameter Operasional	Politeknik Negeri		
	Politeknik Elektronika Negeri Surabaya	Politeknik Negeri Jakarta	Politeknik Negeri Bandung
Lokasi, Letak dan Orientasi Bangunan	<p>Politeknik Perkapal Negeri Surabaya terletak di titik geografis geografis 7°16 LS dan 112°47 BT.</p>  <p>Orientasi bangunan menghadap arah utara - selatan</p>	<p>Politeknik Negeri Jakarta terletak di titik geografis 6°22 LS dan 106°49 BT.</p>  <p>Orientasi bangunan laboratorium menghadap arah barat-timur.</p>	<p>Politeknik Negeri Bandung terletak di titik geografis 6°52 LS dan 107°34 BT.</p>  <p>Orientasi bangunan laboratorium menghadap arah barat-timur.</p>
Bentuk Ukuran dan Orientasi Jendela	 <p>Orientasi jendela menghadap arah utara-selatan. Lebar jendela berupa jendela yaitu berada pada bagian terpanjang bangunan. Jendela terletak pada bagian samping yang dan terdapat jendela atas. Penggunaan jenis jendela diletakkan sesuai dengan fungsi masing-masing ruang.</p>	 <p>Orientasi jendela menghadap arah utara-selatan. Lebar jendela berupa jendela yaitu berada pada bagian terpanjang bangunan. Jendela terletak pada bagian samping yang dan terdapat jendela atas. Penggunaan jenis jendela diletakkan sesuai dengan fungsi masing-masing ruang.</p>	 <p>Orientasi jendela menghadap arah utara-selatan. Lebar jendela berupa jendela yaitu berada pada bagian terpanjang bangunan. Jendela terletak pada bagian samping yang dan terdapat jendela atas. Penggunaan jenis jendela diletakkan sesuai dengan fungsi masing-masing ruang. Jendela jendela berada diatas mata pengguna ruang sehingga tidak mengganggu kegiatan belajar.</p>

## 2.9 Kerangka Teori

Diagram 2 Kerangka Teori



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini untuk menghasilkan rekomendasi desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium dengan mengacu pada literatur dan kondisi eksisting perguruan tinggi. Dengan penggunaan metode kuantitatif dengan analisis untuk mengolah data-data yang telah didapat pada kondisi eksisting.

#### 3.2 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

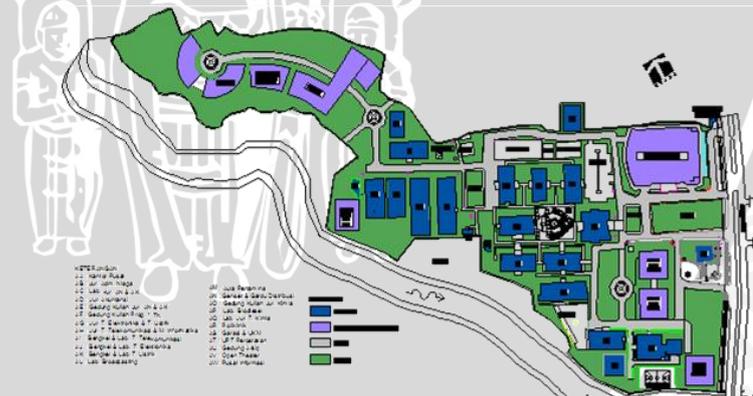
Penelitian awal berasal dari data sekunder atau literatur yang kemudian dianalisis sesuai dengan kondisi eksisting bangunan sehingga menghasilkan pencahayaan dalam ruang dan desain fasade bangunan. Pada tahap kedua dengan menggunakan teknik pengumpulan data melalui pengukuran untuk mendapatkan data kuantitatif yang berkaitan dengan tingkat pencahayaan pada laboratorium. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei.

#### 3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Dalam penelitian, subjek yang dijadikan fokus penelitian yaitu subjek politeknik. Berdasarkan pemilihan subjek penelitian tersebut, maka terdapat 1 (satu) populasi yaitu populasi bengkel dan laboratorium. Untuk subjek bangunan ditentukan lokasi penelitian yang terletak di kompleks Politeknik Negeri Malang yang terletak di Kelurahan Lowokwaru, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Masterplan Politeknik Negeri Malang

Politeknik Negeri Malang berada di Jalan Soekarno Hatta No.9, Kelurahan Lowokwaru, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Polteknik dipilih sebagai lokasi penelitian atas pertimbangan yaitu massa bangunan yang memiliki tingkat kerapatan bangunan dan terletak pada lahan yang berkontur sehingga dapat mempengaruhi pencahayaan yang masuk dalam bangunan. Politeknik Negeri Malang terdiri dari 3 (tiga) massa bangunan bengkel dan laboratorium. Orientasi tapak Politeknik Negeri Malang menghadap pada arah barat laut-tenggara. Ruang laboratorium yang dipilih sebagai penelitian karena pada mahasiswa

Politeknik Negeri Malang diarahkan pada praktikum pada laboratorium dan bengkel. Ruang yang akan diteliti yaitu bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi, bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika dan bengkel laboratorium Teknik Listrik. Bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi memiliki dimensi ruangan yaitu 44 m x 18 m. Bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika memiliki dimensi ruang yaitu 60 m x 20 m Bengkel dan laboratorium Teknik Listrik memiliki dimensi ruangan yaitu 60m x 20m. Bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi menghadap arah barat daya-timur laut, bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika dan bengkel dan laboratorium Teknik Listrik menghadap arah timur laut-barat daya. Bangunan bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi digunakan sebagai penelitian karena letak bangunan berada di kontur yang tinggi namun pencahayaan dalam ruang laboratorium masih kurang memenuhi standar, sedangkan untuk bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika digunakan sebagai penelitian karena letak bangunan berada di di kontur dan berbatasan dengan taman dan bangunan lain namun pencahayaan dalam ruang masih kurang dan pada laboratorium Teknik Listrik digunakan penelitian karena letak bangunan diapit oleh 2 (dua) massa bangunan, sehingga cahaya yang masuk dalam ruang terhalangi oleh bangunan lain dan letak bangunan berada di kontur yang lebih rendah. Ketiga bengkel dan laboratorium pada Politeknik Negeri Malang yang dipilih memiliki letak dengan perbedaan kontur dan memiliki arah hadap yang berbeda.

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut (Sugiono, 2010). Pengertian variabel adalah objek penelitian atau apa yang menjadi perhatian suatu penelitian (Arikunto, 2006). Berdasarkan pengertian tersebut dapat dirumuskan bahwa variabel penelitian yaitu suatu nilai yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan.

Macam-macam variabel penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi timbulnya variabel terikat. Disebut variabel bebas karena bebas dalam mempengaruhi variabel lain.

b. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang

tidak diteliti. Variabel kontrol sering dipakai oleh peneliti dalam penelitian yang bersifat membandingkan.

### 3.4.1 Klasifikasi Variabel

Penelitian digunakan untuk menghasilkan rekomendasi desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium, maka variabel penelitian atau parameter operasional yang digunakan yaitu :

Tabel 3.1 Klasifikasi Variabel

No.	Variabel	Keterangan
1.	Lokasi, Letak dan Orientasi Bangunan	Lokasi Letak Geografis dan Kegunaan Bangunan Jarak Antar Bangunan Orientasi Bangunan Intensitas Cahaya
2.	Bentuk, Ukuran dan Orientasi Jendela	Ukuran dan Dimensi Jendela Posisi Jendela atau Orientasi Jendela Luas Lubang Jendela Bentuk Jendela

Pada penelitian ini yang termasuk dalam variabel bebas adalah ukuran dan dimensi jendela, posisi jendela atau orientasi jendela, dan bentuk jendela untuk variabel terikat adalah luas lubang jendela, intensitas cahaya. Sedangkan untuk variabel kontrol dalam penelitian ini merupakan kondisi eksisting yang tidak mengalami perubahan yaitu lokasi, letak geografis dan kegunaan bangunan, jarak antar bangunan, orientasi bangunan.

Langkah - langkah dalam melakukan rekomendasi yaitu:

- a. Membuat rekomendasi mengenai perubahan, penambahan, dan posisi jendela
- b. Membuat rekomendasi mengenai ukuran dan dimensi lubang cahaya

Apabila belum memenuhi standar pada tahap perubahan, penambahan, dan posisi lubang cahaya dapat dilanjutkan pada tahapan rekomendasi mengenai ukuran dan dimensi jendela

### 3.4.2 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Definisi operasional pada variabel penelitian digunakan untuk menjelaskan dari beberapa variabel penelitian atau parameter operasional tersebut.

- a. Lokasi, Letak dan Orientasi Bangunan

Lokasi dan letak suatu bangunan akan berpengaruh terhadap posisi matahari (garis lintang dan bujur). Orientasi bangunan dapat berpengaruh terhadap sinar matahari yang menyinari bagian

bangunan sehingga berpengaruh terhadap cahaya yang masuk dalam bangunan. Intensitas cahaya merupakan intensitas cahaya yang masuk dalam bangunan.

#### b. Bentuk, Ukuran dan Orientasi Jendela

Bentuk, ukuran dan orientasi jendela dapat berpengaruh terhadap penyebaran cahaya yang masuk dalam ruangan. Bentuk dan ukuran luas jendela dapat berupa perubahan, penambahan, dan posisi jendela. Luas lubang cahaya merupakan luas lubang cahaya dengan luas lantai.

### 3.5 Tahapan, Alat, Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 3.5.1 Tahapan Penelitian

Untuk melakukan penelitian dibutuhkan tahapan-tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan pustaka yang dapat menunjang dalam melakukan penelitian yaitu, sistem pencahayaan, perancangan pencahayaan alami siang hari, pustaka mengenai selubung bangunan atau *fasade*.
- b. Menetapkan permasalahan pada bangunan tersebut dan menetapkan tujuan sesuai dengan permasalahan pada bangunan tersebut.
- c. Menetapkan variabel penelitian atau parameter operasional. Berdasarkan literatur untuk menunjang penelitian ini maka terdapat 2 parameter operasional yaitu lokasi, letak dan orientasi bangunan dan bentuk, ukuran dan orientasi jendela.
- d. Melakukan pengukuran mengenai tingkat pencahayaan dalam laboratorium pada Politeknik Negeri Malang.

#### 3.5.2 Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian yaitu lux meter dan software *Dialux 4.12*. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya secara langsung pada lapangan dan pada lab cahaya adalah *lux meter*. *Lux meter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya pada suatu tempat, sehingga cahaya yang diterima oleh sensor dapat diukur pada sebuah tampilan digital. Pengujian menggunakan *Dialux 4.12* merupakan software analisa bangunan dengan penggunaan permodelan 3D dengan berbagai analisa dan simulasi performa bangunan.

#### 3.5.3 Lokasi Pengukuran

Lokasi pengukuran dilakukan di dalam ruang pada Politeknik Negeri Malang. Ruang yang akan diteliti yaitu bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi, bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika dan bengkel dan laboratorium Teknik Listrik. Pengukuran dilakukan di setiap ruang pada 3 (tiga) bengkel dan laboratorium tersebut. Dari kondisi eksisting yang ada, maka ditetapkan bahwa pengukuran dilakukan dengan mengambil titik

pedoman sebesar 1m x 1m pada seluruh area ruang, setinggi bidang kerja yaitu 0,75m dari permukaan lantai.

### 3.5.4 Waktu Penelitian

Pengambilan data ukur dengan menggunakan alat *luxmeter*, pengukuran dilakukan di bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi, bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika dan bengkel dan laboratorium Teknik Listrik pada pukul 09.00 pukul 12.00 dan 15.00. Tujuan dari pengukuran dilakukan pada pukul tersebut agar dapat mengukur cahaya yang masuk pada waktu pagi hari, siang hari dan sore hari saat aktivitas dalam ruang berlangsung. Waktu pengukuran dengan menggunakan simulasi lab cahaya pada tanggal 21 Maret, dan 21 Juni yang masing-masing tanggal diukur pada pukul 09.00 dan 12.00. Waktu pengukuran dengan menggunakan simulasi software Dialux 4.12 dilakukan pada bulan Maret dan Juni pada pukul 09.00 dan 12.00

### 3.6 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data terdiri dari 2 (dua) yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa observasi (survey awal dan pemilihan populasi dan sample), pengukuran tingkat pencahayaan dengan menggunakan simulasi lab cahaya, perhitungan berdasarkan SNI mengenai Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung, dan pengukuran menggunakan simulasi software.

Untuk pengukuran langsung pada lapangan alat yang digunakan yaitu *luxmeter*, dengan meletakkan luxmeter diatas meja kerja dengan ketinggian 80 cm dengan memperhitungkan luas jendela, penataan interior dalam ruang yang dapat mempengaruhi cahaya yang masuk dalam bangunan, penghalang cahaya pada bagian luar bangunan berupa bangunan sekitar maupun vegetasi, orientasi bangunan, orientasi jendela, jarak antar bangunan sekitar dan ketinggian bangunan dari tanah. Pada pengukuran menggunakan simulasi lab cahaya, *luxmeter* diletakkan di ruangan bagian tengah pada maket bangunan. Untuk pengukuran menggunakan simulasi lab cahaya, bangunan tidak terhalang oleh bangunan sekitar, vegetasi maupun penataan interior dalam ruang, orientasi bangunan dan orientasi jendela. Untuk pengukuran menggunakan perhitungan sesuai SNI dengan memperhatikan luas jendela, penghalang bangunan berupa bangunan dan vegetasi yang berada di sekitar bangunan yang diteliti dan jarak antar bangunan sekitar. Untuk pengukuran menggunakan *software simulasi Dialux 4.12* untuk mengukur tingkat pencahayaan pada bangunan dengan memperhatikan luas jendela, penataan interior dalam ruang yang mempengaruhi cahaya yang masuk dalam ruangan dan ketinggian bangunan dari tanah. Data sekunder berupa literatur dari jurnal ilmiah maupun buku.

Pada pengukuran menggunakan *Software Dialux 4.12* langkah-langkah yang dilakukan yaitu data eksisting dimasukkan ke dalam *software*, bentuk data sesuai dengan eksisting. Seleksi data eksisting dengan menggunakan *room geometry* untuk menyeleksi denah bangunan yang akan di gunakan. Masukkan *calculation surface* untuk menyeleksi bagian denah bangunan yang akan di calculation. Masukkan letak geografis dimana tempat bangunan berada, masukkan sudut arah orientasi bangunan dan ketinggian bangunan dari tanah. Atur waktu yang akan digunakan untuk *calculation* dan *start calculation*

### 3.7 Analisis Data

Hasil penelitian untuk menghasilkan rekomendasi desain fasade bangunan terhadap pencahayaan alami pada laboratorium Politeknik Negeri Malang, akan dilakukan dengan pengukuran langsung dengan *luxmeter*, pengukuran dengan menggunakan *Software Dialux 4.12* , pengukuran dengan menggunakan simulasi lab cahaya dan perhitungan menggunakan rumus berdasarkan SNI Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung juga dilakukan untuk membandingkan antara pengukuran langsung dengan pengukuran menggunakan simulasi maupun perhitungan, dan dapat dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran tingkat pencahayaan pada bengkel dan laboratorium Teknik Telekomunikasi, bengkel dan laboratorium Teknik Elektronika dan bengkel dan laboratorium Teknik Listrik bangunan Politeknik Negeri Malang berdasarkan SNI 6197:2011 mengenai konservasi energi pada sistem pencahayaan sehingga menghasilkan rekomendasi desain yang memiliki tingkat pencahayaan sesuai dengan standar pencahayaan.

### 3.8 Evaluasi Pasca Huni

Evaluasi pasca huni merupakan kegiatan berupa peninjauan atau pengkajian kembali atau evaluasi terhadap bangunan-bangunan dan atau lingkungan binaan yang telah dihuni (Sudibyo,1989). Perancangan arsitektur berkembang karena adanya kegiatan evaluasi terhadap hasil perancangan yang telah dibangun dan digunakan. Kekurangan dan kelebihan didapatkan dalam penggunaan fasilitas hasil perancangan menjadi masukan bagi perancangan – perancangan berikutnya (Danisworo, 1989). Pada penelitian ini evaluasi pasca huni dilakukan dengan menggunakan variabel yang sudah ditetapkan.

### 3.9 Diagram Alur Penelitian

Diagram 3. Alur Penelitian

