



**ANALISIS INTENSITAS PENCAHAYAAN DI RUANG KULIAH GEDUNG
FISIKA UNIVERSITAS JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN
*CALCULUX INDOOR 5.0b***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh

**LISTIANA CAHYANTARI
NIM 110210102024**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Dengan rasa syukur Alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan kepada orang-orang yang saya sayangi dan saya cintai:

1. Ibuku Syarifah dan Ayahandaku Sapuan yang senantiasa melantunkan doa untukku dan terima kasih atas dukungan, kesabaran, motivasi, pengorbanan, serta curahan kasih sayang yang selalu mengiringi langkahku selama ini;
2. Suamiku Adam Hendrawan Sukoco yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama ini.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

Senyuman yang engkau berikan untuk saudaramu adalah sedekah

(H.R. Tirmidzi)*



*) Wajih Mahmud. 2008. *Sedekah Tanpa Harta*. Klaten: Wafa Press.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Listiana Cahyantari

NIM : 110210102024

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculus 5.0b*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang menyatakan,

Listiana Cahyantari
NIM 110210102024

SKRIPSI

**ANALISIS INTENSITAS PENCAHAYAAN DI RUANG KULIAH GEDUNG
FISIKA UNIVERSITAS JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN
*CALCULUX INDOOR 5.0b***

Oleh

**Listiana Cahyantari
NIM. 110210102024**

Pembimbing:

**Dosen Pembimbing I : Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si.
Dosen Pembimbing II : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc.**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculux Indoor 5.0b*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 22 Februari 2016

Tempat : Program Studi Pendidikan Fisika

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Rif’ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si.

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc.

NIP 19810205 200604 2 001

NIP 19680710 199302 2 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si.

NIP 19620401 198702 1 001

NIP 19570801 198403 1 004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universita Jember,

Prof. Dr. Sunardi, M.Pd.
NIP 19540501 198303 1 005

RINGKASAN

Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculux Indoor 5.0b*; Listiana Cahyantari, 110210102024; 2015: 54 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Setiap hari manusia melakukan berbagai macam aktivitas di lingkungan yang berbeda-beda dimana semua aktivitas yang dilakukan akan di dukung dengan adanya pencahayaan. Ruang kuliah di gedung fisika merupakan tempat yang digunakan untuk mahasiswa FKIP berkuliah. Untuk itu kualitas pencahayaan di ruang kuliah terutama pada malam hari sangatlah penting untuk menunjang aktivitas belajar mengajar. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, pencahayaan di ruang kuliah masih kurang terang dan juga masih terdapat lampu yang tidak menyala jadi menyebabkan penyebaran cahaya tidak merata sehingga mempengaruhi kenyamanan dalam pembelajaran. Berdasarkan fakta dan hasil penelitian di atas perlu dilakukan penelitian dengan judul Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculux Indoor 5.0b*".

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji intensitas pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif, dengan tempat penelitian ruang kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 Gedung Fisika dengan luas tiap ruangan 67,2 m². Variabel bebas penelitian ini yaitu ruang kuliah 35C 201 40, 35C 210 40, dan titik pengukuran. Pengukuran intensitas pencahayaan dapat dihitung melalui hasil pengukuran luxmeter.

Berdasarkan hasil analisis data setelah penelitian dilaksanakan menunjukkan bahwa nilai rata-rata intensitas pencahayaan pada ruang kuliah jauh di bawah standar yang telah ditentukan oleh SNI yaitu 250 lux. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yaitu terdapat lampu yang tidak terpasang pada armatur, terdapat lampu yang tidak menyala, dan ruangan yang kurang bersih. Nilai kuat pencahayaan minimum di ruang kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 tidak merata, yaitu nilai titik pengukuran terendah

di bawah kuat pencahayaan minimum (K_{\min}). Sedangkan untuk pencahayaan pada ruang kuliah dibutuhkan sistem pencahayaan yang merata diseluruh bagian ruangan. Untuk mencapai pencahayaan yang merata diperlukan adanya pemasangan lampu yang merata dan semua lampu dapat menyala dengan baik.

Data penelitian untuk nilai reflektansi pada dinding, lantai, dan langit-langit menunjukkan bahwa telah memenuhi standar SNI yaitu dari nilai 0,5 sampai 0,8. Warna pada permukaan ruangan mempengaruhi nilai reflektansi, semakin cerah warna permukaan bidang ruang maka semakin besar nilai reflektansi dan jika semakin gelap warna permukaan bidang ruang maka semakin kecil nilai reflektansinya. Angka reflektansi juga termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi kuat pencahayaan. Jika angka reflektansi semakin tinggi maka cahaya yang dipantulkan juga akan semakin tinggi. Kebersihan ruangan dan armatur juga sangat berpengaruh pada besarnya nilai reflektansi, semakin bersih ruangan dan armatur yang digunakan maka angka reflektansinya juga semakin besar. Dari hasil simulasi *Software Calculux Indoor 5.0b* di kedua ruang kuliah terdapat perbedaan yang signifikan pada kuat pencahayaan, yaitu pada ruang kuliah 35C 201 40 lebih banyak warna yang kuning daripada ruang kuliah 35C 210 40. Sesuai dengan manual *calculux indoor versi 5.0b* bahwa warna kuning isoulux pada *software calculux* menunjukkan nilai kuat pencahayaan pada ruang kuliah lebih dari 250 lux, sedangkan warna hijau, coklat, dan biru kurang dari 250 lux.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah: intensitas pencahayaan pada ruang kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 belum memenuhi standar yang telah ditentukan oleh SNI yaitu 250 lux. Nilai kuat pencahayaan minimum pada kedua ruang tidak merata, yaitu nilai pengukuran di bawah nilai kuat pencahayaan minimum (K_{\min}). sedangkan untuk nilai reflektansi sendiri telah memenuhi standar yang direkomendasikan SNI dengan besar nilai 0,5 sampai 0,8. Untuk memenuhi standar SNI harus memenuhi beberapa kriteria yaitu kebersihan ruangan, pemasangan armatur dan lampu secara merata, pemberian warna yang cerah pada dinding, lantai, dan langit-langit.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculux Indoor 5.0b*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Prof. Dr. Sunardi, M.Pd yang telah menerbitkan surat permohonan izin penelitian;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes yang telah memberikan ijin untuk melakukan sidang skripsi;
3. Dosen Pembimbing Utama, Rif'ati Dina Handayani, S.Pd., M.Si. dan Dosen Pembimbing Anggota, Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Bapak Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si., dan Bapak Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si. selaku Dosen Penguji;
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan studi di Pendidikan Fisika;
6. Saudara dan sahabat terdekatku Nurul Farida, Geraldin, Liana, Ervin, Deffy, Andika, Dewi dan teman seperjuangan angkatan 2011 yang telah menjadi keluargaku di Jember;
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|-------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN BIMBINGAN | v |
| HALAMAN PENGESAHAN | vi |
| RINGKASAN | vii |
| PRAKATA | ix |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Cahaya | 6 |
| 2.2 Intensitas Cahaya | 7 |
| 2.3 Vektor Poynting | 8 |
| 2.4 Kuat Pencahayaan | 10 |
| 2.5 Sumber Pencahayaan | 11 |
| 2.6 Sistem Pencahayaan | 13 |

| | |
|--|----|
| 2.7 Hubungan Tingkat Pencahayaan dan Reflektansi | |
| 2.7.1 Koefisien Depresi (k_d) | 14 |
| 2.7.2 Koefisien Penggunaan (k_p) | 15 |
| 2.7.3 Reflektansi | 16 |
| 2.7.3 Hubungan Kuat Pencahayaan dan Reflektansi | 16 |
| 2.8 Material Ruang Kuliah | 17 |
| 2.9 Software Calculux | 20 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Jenis Penelitian | 21 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 21 |
| 3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel | 21 |
| 3.4 Alat dan Bahan Penelitian | 22 |
| 3.5 Desain Penelitian | 23 |
| 3.6 Alur Penelitian | 24 |
| 3.7 Langkah Penelitian | 24 |
| 3.8 Teknik Analisis Data | 26 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Hasil Penelitian | 30 |
| 4.2 Analisis Data | 30 |
| 4.3 Pembahasan | 34 |
| BAB 5. PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 37 |
| 5.2 Saran | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA | 38 |

DAFTAR TABEL

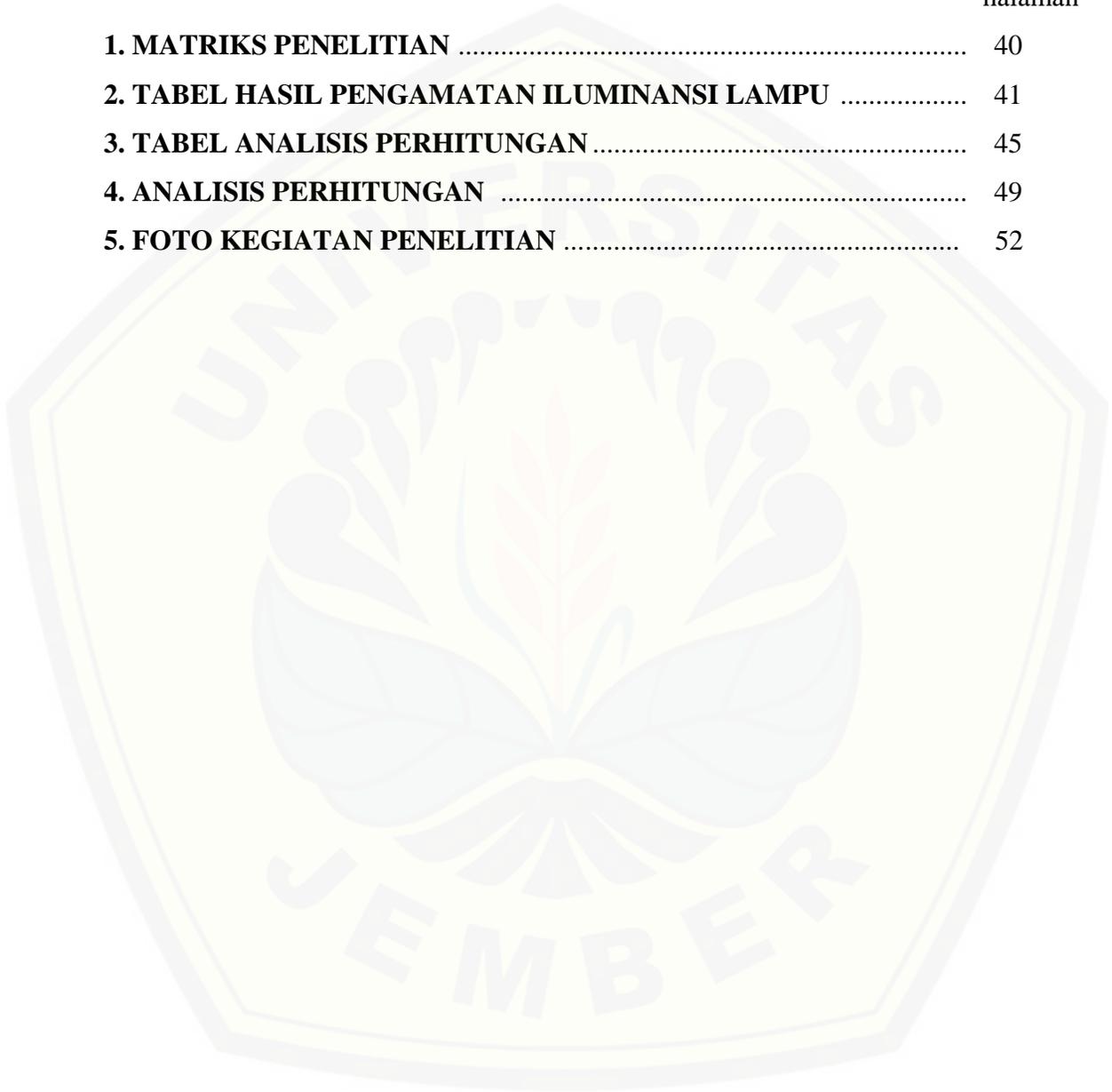
| | halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum yang Direkomendasikan SNI | 11 |
| Tabel 2.2 Nilai Reflektansi pada Bidang | 16 |
| Tabel 2.3 Pilihan Material Standar pada Ruang Kuliah | 17 |
| Tabel 2.4 Reflektan sebagai Presentase Cahaya. | 19 |
| Tabel 2.5 Faktor Pemantulan Zat dengan Permukaan Bermacam-Macam Warna | 19 |
| Tabel 3.1 Pengukuran Data untuk Intensitas Pencahayaan pada Ruang Kuliah | 26 |
| Tabel 3.2 Analisis Data untuk Intensitas Pencahayaan pada Ruang kuliah. .. | 26 |
| Tabel 3.3 Pengukuran Data untuk Reflektansi Total pada Bidang. | 28 |
| Tabel 3.4 Pengukuran Data untuk Reflektansi Total pada Bidang. | 28 |
| Tabel 4.1 Data Pengamatan Nilai Reflektansi Total pada Ruang Kuliah. | 30 |
| Tabel 4.2 Data Pengamatan Rata-Rata Kuat Pencahayaan. | 31 |
| Tabel 4.3 Kuat Intensitas Pencahayaan Minimum. | 31 |
| Tabel 4.4 Data Pengamatan Nilai Reflektansi Total pada Ruang Kuliah. | 31 |
| Tabel 4.5 Perbandingan Reflektansi Berdasarkan Pengukuran dengan SNI... | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Spektrum Gelombang Elektromagnetik | 6 |
| Gambar 2.2 Hubungan Fluks Cahaya dan Sudut Ruang | 8 |
| Gambar 2.3 Gelombang Elektromagnetik | 10 |
| Gambar 2.4 Pencahayaan Alami Matahari | 12 |
| Gambar 2.5 Jenis-Jenis Pencahayaan Buatan | 13 |
| Gambar 2.6 Tampilan Depan <i>Software calculux Indoor 5.0b</i> | 20 |
| Gambar 3.1 Desain Alat Penelitian | 23 |
| Gambar 3.2 Desain Pengambilan Titik Pengukuran | 23 |
| Gambar 3.3 Bagan Alur Penelitian | 24 |
| Gambar 4.1 Dimensi Ruangan..... | 32 |
| Gambar 4.2 Simulasi Menggunakan <i>Software Calculux Indoor 5.0b</i> Ruang Kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40..... | 32 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | halaman |
|---|-----------|
| 1. MATRIKS PENELITIAN | 40 |
| 2. TABEL HASIL PENGAMATAN ILUMINANSI LAMPU | 41 |
| 3. TABEL ANALISIS PERHITUNGAN | 45 |
| 4. ANALISIS PERHITUNGAN | 49 |
| 5. FOTO KEGIATAN PENELITIAN | 52 |



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelombang elektromagnetik adalah suatu gelombang yang dapat merambat tanpa perantara. Susunan semua gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut dengan spektrum elektromagnetik. Spektrum elektromagnetik tersusun dari gelombang radio, gelombang mikro, gelombang infra merah, gelombang cahaya tampak, gelombang ultra violet, gelombang sinar X, dan gelombang sinar gamma. Gelombang cahaya tampak merupakan gelombang yang merambat tanpa medium. Panjang gelombang cahaya tampak yaitu 380-750 nm dengan frekuensi antara 4×10^{14} Hz sampai $7,9 \times 10^{14}$ Hz (Satwiko, 2005: 88).

Setiap hari manusia melakukan berbagai macam aktivitas di lingkungan yang berbeda-beda dimana semua aktivitas yang dilakukan akan didukung dengan adanya pencahayaan. Pencahayaan yang baik sangatlah diperlukan untuk menunjang segala aktivitas manusia. Pencahayaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami dapat berupa cahaya matahari. Sedangkan pencahayaan buatan merupakan segala bentuk cahaya yang bersumber dari suatu alat buatan manusia seperti lampu pijar, lilin, dan lampu obor. Pencahayaan buatan sangat diperlukan karena manusia tidak dapat sepenuhnya tergantung dari ketersediaannya pencahayaan alami, misalnya saja pada malam hari atau di ruang yang tidak dapat terjangkau oleh cahaya alami. Dengan demikian pencahayaan buatan dan pencahayaan alami saling mendukung satu sama lain (Satwiko, 2004: 61).

Pemanfaatan intensitas pencahayaan pada setiap tempat berbeda-beda, misalnya pemanfaatan pencahayaan pada ruang tinggal yaitu dengan cara mengenali terlebih dahulu kegiatan yang harus diberi pencahayaan. Karena kegiatan pada rumah tinggal merupakan kegiatan yang sangat standar, sehingga mungkin akan sulit untuk

mengenal dan menganalisis kegiatan tersebut dari sudut pandang yang baru. Sedangkan untuk perkantoran dan badan usaha yaitu pencahayaan sebaiknya menggabungkan pencahayaan umum dan lokal, dimana pencahayaan umum memanfaatkan sumber-sumber cahaya yang tersembunyi di langit-langit (plafon) yang biasanya pihak perusahaan membuat desain lampu yang berjenis *fluorescent* tersembunyi 2 x 2 ataupun 2 x 4, sedangkan pencahayaan lokal memakai lampu-lampu di meja kerja. Pencahayaan pada rumah makan ditujukan untuk membentuk suasana yang santai agar pengunjung merasa betah. Pencahayaan pada rumah makan keluarga berbeda dengan rumah makan untuk pengunjung dewasa. Rumah makan keluarga cenderung terang dan terkesan meriah, sedangkan rumah makan untuk pengunjung dewasa lebih berkesan tenang membentuk citra kelas tertentu dan kemungkinan untuk membangun suasana khusus, romantis, dan *elegant* (Satwiko, 2004: 91).

Pencahayaan pada tempat hiburan harus memberikan kesan menarik secara visual, memiliki gaya dan tema yang diperlukan. Pada tempat hiburan biasanya penting untuk menciptakan pencahayaan yang dramatis dan menciptakan sinar yang meningkatkan efek ruangan. Sedangkan pencahayaan pada ruang kelas untuk area kerja terdapat di tempat duduk ruang kelas, sedangkan tugas pencahayaan visualnya terdapat di papan tulis, papan buletin serta pada area belajar khusus. Pencahayaan menyeluruh secara umum digunakan untuk memastikan pencahayaan menyebar secara merata (Karlen dan Benya, 2002: 123). Cahaya yang memadai dan memancar akan meningkatkan efisiensi kerja. Sehingga orang yang bekerja pada tempat yang cukup cahaya dapat bekerja lebih cepat, tepat dan mengurangi kesalahan.

Tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan untuk fungsi ruang tinggal adalah 250 lux, perkantoran 350 lux, cafeteria 250 lux, rumah sakit 250 lux, pertokoan 500 lux, laboratorium 500 lux, perpustakaan 300 lux, dan ruang kuliah 250 lux (SNI 03-6575-2001). Oleh karena itu, untuk dapat mencapai standar yang telah ditentukan perlu diperhatikan beberapa kriteria yaitu sebagai berikut: kuat

pencahayaan dan hubungan tingkat pencahayaan dengan reflektansi (koefisien depresi dan reflektansi).

Ruang kuliah di gedung fisika merupakan tempat yang digunakan untuk mahasiswa FKIP berkuliah. Untuk itu kualitas pencahayaan di ruang kuliah terutama pada malam hari sangatlah penting untuk menunjang aktivitas belajar mengajar. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, pencahayaan di ruang kuliah masih kurang terang dan juga masih terdapat lampu yang tidak menyala jadi menyebabkan penyebaran cahaya tidak merata sehingga mempengaruhi kenyamanan dalam pembelajaran. Jika keadaan ruang kuliah terlalu terang maka akan menyebabkan kesilauan pada mata dalam melihat benda kerja. Sedangkan jika pencahayaannya tidak merata maka ruang kuliah akan terlihat suram. Kondisi pencahayaan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan dapat mengganggu aktivitas dan menyebabkan terjadinya keluhan kesehatan, khususnya keluhan pada kesehatan mata. Berdasarkan hasil penelitian ini akan dibuat suatu rekomendasi untuk memperbaiki sistem pencahayaan pada ruang kuliah demi kenyamanan pada saat aktivitas kuliah berlangsung.

Penelitian yang dilakukan oleh Ginanjar (2012) dengan judul “Pengujian Intensitas Pencahayaan di Gedung Perpustakaan Universitas Siliwangi dengan Simulasi Menggunakan *Software Dialux V.4.10*” bertujuan untuk mensimulasikan intensitas pencahayaan pada bangunan atau gedung. Perbandingan hasil simulasi *dialux* dengan hasil perhitungan dan pengukuran yaitu pada hasil pengukuran mengindikasikan tingkat pencahayaan rata-rata lebih mendekati pada SNI, sedangkan hasil perhitungan membutuhkan penambahan titik lampu atau daya lampu. Standar intensitas pencahayaan untuk perpustakaan sebesar 300 lux.

Penelitian yang dilakukan oleh Nursalim *et al.* (2013:93) dengan judul “Pengujian Intensitas Cahaya pada Ruang Laboratorium Komputer Fakultas Sains dan Teknik (FST) Undana Menggunakan *Calculux V5.0*” bertujuan untuk mengetahui besar intensitas pencahayaan berdasarkan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI)

yaitu, sebesar 500 lux dengan cara pengukuran langsung, analisa data dan simulasi dengan menggunakan *software calculux*. Dalam penelitian tersebut dilakukan analisa perhitungan kuat pencahayaan, intensitas pencahayaan rata-rata, kuat pencahayaan minimum dan reflektansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencahayaan di ruang laboratorium belum memenuhi standar yang direkomendasikan SNI untuk laboratorium, yaitu sebesar 500 lux. Hasil pengukuran nilai kuat pencahayaan laboratorium tersebut hanya sebesar 304,398 lux dengan jumlah lampu 8 buah. Untuk itu perlu dilakukan simulasi untuk mencapai pemenuhan standart sesuai SNI yaitu dengan menggunakan *software calculux V5.0*.

Program *calculux* ini merupakan suatu program dari perusahaan Philips yang digunakan untuk mendesain bentuk dan kuat pencahayaan baik *indoor* maupun *outdoor*, seperti penerangan pada jalan raya. Program ini juga dapat dijadikan acuan untuk mendesain standar penerangan. Untuk *calculux indoor*, Philips memprioritaskan desain pada ruang kantor, lapangan olah raga, dan ruangan kebutuhan industri. Agar program *calculux* dapat menghasilkan output, maka diperlukan data-data dari ruangan, yaitu berupa panjang ruangan, lebar ruangan, tinggi ruangan, tinggi bidang kerja, angka reflektansi, jenis lampu, lumen lampu, dan jumlah lampu yang digunakan. Apabila data-data tersebut sudah ada, maka kita bisa menentukan output akhir dari program ini (Mujib dan Rahmadiansah, 2012:3).

Berdasarkan fakta dan hasil penelitian di atas perlu dilakukan penelitian tentang intensitas pencahayaan dengan menggunakan *software calculux*. Sehingga penelitian ini diberi judul “**Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan *Calculux Indoor 5.0b***”.

1.2 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 Gedung Fisika Universitas Jember?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Ruang yang digunakan adalah ruang kuliah 35 C 210 40 dan 35 C 201 40 di gedung fisika Universitas Jember.
- b. Tiap ruangan dilakukan 50 titik pengukuran dan tiap titik berjarak 1 m²
- c. Penelitian ini hanya membahas tentang intensitas pencahayaan, rata-rata intensitas pencahayaan, intensitas pencahayaan minimum, dan reflektansi.
- d. Usia pemasangan lampu diabaikan
- e. Tinggi meja mahasiswa diabaikan

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengkaji Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 Gedung Fisika Universitas Jember.

1.5 Manfaat Penelitian

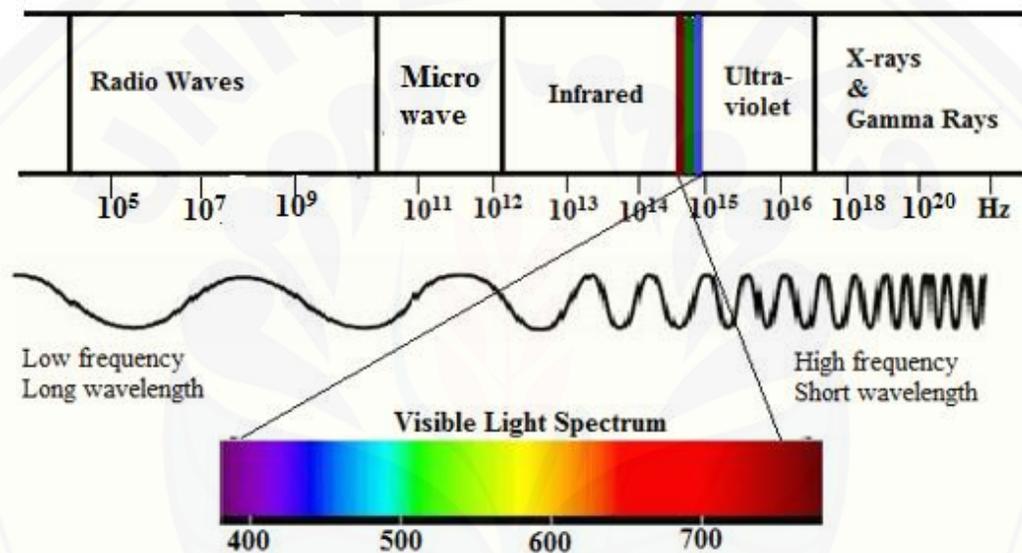
Manfaat yang dapat diambil setelah dilaksanakan penelitian adalah :

- a. Bagi Peneliti, sebagai salah satu tempat untuk mengembangkan aplikatif dan meningkatkan sumber daya manusia menuju pendidikan yang profesional.
- b. Bagi mahasiswa, sebagai acuan untuk mengembangkan penelitian tentang intensitas pencahayaan di ruang kuliah.
- c. Bagi masyarakat, sebagai acuan untuk membuat pencahayaan yang sesuai dengan standar yang ditentukan SNI.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cahaya

Cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang 380-750 nm. Cahaya dapat merambat tanpa medium, mempunyai frekuensi antara 4×10^{14} Hz sampai $7,9 \times 10^{14}$ Hz (Satwiko, 2005: 88).



Gambar 2.1 spektrum gelombang elektromagnetik
 Sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Radiasi_elektromagnetik

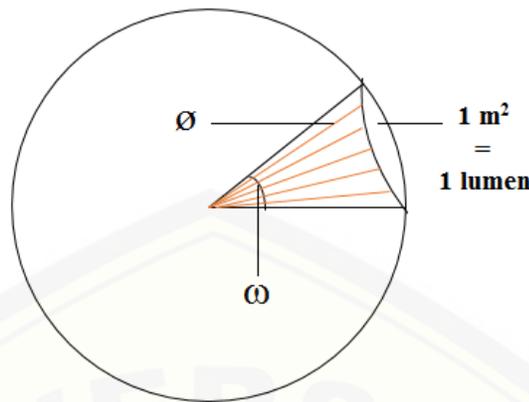
Gambar di atas menunjukkan susunan spektrum gelombang elektromagnetik. Gelombang radio (*radio waves*) memiliki panjang gelombang sekitar 10^3 meter dengan frekuensi sekitar $3 \cdot 10^5$ Hertz. Spektrum gelombang radio dimanfaatkan manusia sebagai teknologi radio, televisi, dan telepon. Gelombang mikro (*microwaves*) memiliki panjang gelombang sekitar 10^{-2} meter dengan frekuensi sekitar $3 \cdot 10^{11}$ hertz. Salah satu pemanfaatan gelombang mikro yaitu pada oven *microwave* yang berupa efek panas untuk memasak. Gelombang infra merah (*infrared*) memiliki panjang gelombang sekitar 10^{-5} meter dengan frekuensi sekitar $3 \cdot 10^{13}$ hertz.

Gelombang infra merah dimanfaatkan sebagai remot TV dan transfer data pada

ponsel. Gelombang cahaya tampak (*visible light*) yaitu berupa cahaya yang dapat ditangkap langsung oleh mata manusia. Gelombang ini memiliki panjang 0.5×10^{-6} meter dengan frekuensi $6 \cdot 10^{14}$ hertz. Gelombang cahaya tampak terdiri dari 7 macam warna. Jika diurutkan dari yang paling besar frekuensinya yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Gelombang ultra violet (*ultraviolet*) memiliki panjang 10^{-8} meter dengan frekuensi $3 \cdot 10^{16}$ hertz. Fungsi UV dapat bermanfaat dan berbahaya bagi manusia. Salah satu contoh sebagai detector untuk membedakan uang asli atau palsu. Gelombang sinar X (*X-rays*) memiliki panjang gelombang 10^{-10} meter dan memiliki frekuensi $3 \cdot 10^{18}$ hertz. Gelombang ini banyak digunakan untuk kegiatan rontgen di rumah sakit. Gelombang sinar gamma (*gamma rays*) memiliki panjang gelombang 10^{-12} meter dengan frekuensi $3 \cdot 10^{20}$ hertz. Salah satu fungsi dari sinar gamma yaitu dapat digunakan dalam kedokteran sebagai pembunuh sel kanker dan sterilisasi alat-alat kedokteran (Giancoli, 2001: 297-298).

2.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besarnya energi listrik yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu arah tertentu. Disepakati bahwa jika sebuah sumber cahaya yang mempunyai intensitas cahaya 1 candela diletakkan di titik pusat sebuah bola dengan jari-jari 1 m, maka arus cahaya yang datang pada 1 m permukaan dalam kulit bola adalah 1 lumen. Iluminasi pada kulit bola tersebut adalah 1 lumen per 1 meter persegi yang disebut dengan lux. Karena luas kulit bola adalah $4\pi r^2$ atau $12,57 \text{ m}^2$, maka sumber cahaya yang memiliki intensitas 1 candela memancarkan cahaya ke segala arah sebanyak 12,57 lumen (Satwiko, 2004: 63).



Gambar 2.2 1 m^2 permukaan dalam kulit bola adalah 1 lumen.

Hubungan antara fluks cahaya (ϕ) dan sudut ruang dapat didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (2.1)$$

Keterangan: I = intensitas cahaya (cd)

ϕ = fluks atau arus cahaya (lm)

ω = sudut ruang (sr)

Dari persamaan diatas dapat terlihat bahwa intensitas cahaya berbanding terbalik dengan sudut ruang dan berbanding lurus dengan fluks cahaya. Besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan oleh suatu sumber cahaya adalah tetap, baik dipancarkan secara terpusat ataupun menyebar.

2.3 Vektor Poynting

Pemindahan energi oleh gelombang jenis apapun, diketahui bahwa intensitas gelombang atau energi rata-rata per satuan waktu per satuan luas sama dengan perkalian densitas energi rata-rata (energi per satuan volume) dan kecepatan gelombang. Densitas energi yang disimpan dalam medan listrik sama dengan persamaan

$$\eta_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (2.2)$$

Keterangan: η_e = Densitas energi dalam medan listrik

E = Medan listrik

dan densitas yang disimpan oleh medan magnetik sama dengan

$$\eta_m = \frac{B^2}{2\mu_0} \quad (2.3)$$

Di dalam suatu gelombang elektromagnetik dalam ruang bebas, $E = cB$, dapat dinyatakan kerapatan energi magnetik dalam besaran medan listrik, yaitu:

$$\eta_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\left(\frac{E}{c}\right)^2}{2\mu_0} = \frac{E^2}{2\mu_0 c^2} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \quad (2.4)$$

dalam persamaan ini digunakan $c^2 = \frac{1}{\varepsilon_0 \mu_0}$, maka kerapatan energi listrik dan magnetik gelombang akan sama. Kerapatan energi total η dalam gelombang merupakan penjumlahan kerapatan energi listrik dan magnetiknya. Dengan menggunakan $E = cB$, kerapatan energi total dapat dinyatakan:

$$\eta = \eta_e + \eta_m = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 = \varepsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{\mu_0} = \frac{EB}{\mu_0 c} \quad (2.5)$$

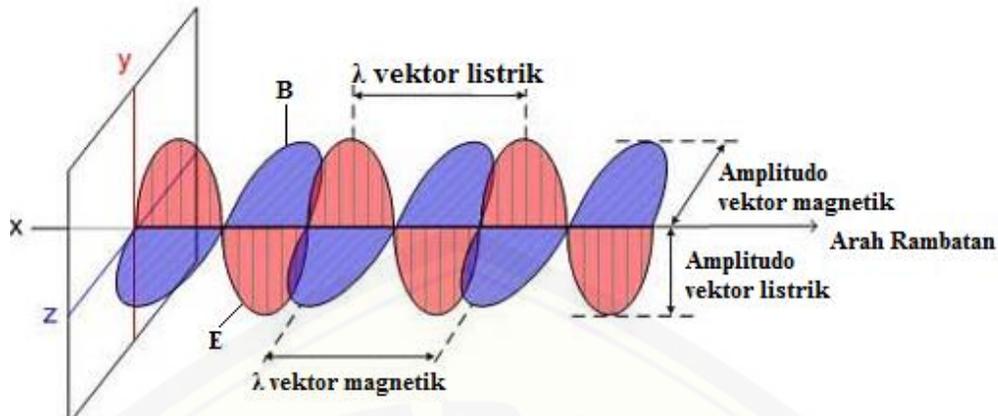
Intensitas gelombang sama dengan perkalian kerapatan energi rata-rata dan kecepatan cahaya. Intensitas sesaat adalah daya sesaat yang mengalir melalui suatu luasan per satuan luas. Hal ini sama dengan perkalian kerapatan energi sesaat dengan kecepatan cahaya. Untuk gelombang elektromagnetik dalam ruang bebas intensitas sesaat menjadi:

$$I_{intensitas} = \eta c = c \varepsilon_0 E^2 = c \frac{B^2}{\mu_0} = \frac{EB}{\mu_0} \quad (2.6)$$

Persamaan 2.6 dapat diperluas dalam pernyataan vektor:

$$\mathbf{S} = \frac{\mathbf{E} \times \mathbf{B}}{\mu_0} \quad (2.7)$$

Vektor ini disebut vektor poynting. \mathbf{E} dan \mathbf{B} tegak lurus dalam gelombang elektromagnetik, sehingga besaran \mathbf{S} merupakan intensitas sesaat gelombang dan arah \mathbf{S} berada dalam arah perambatan gelombangnya (Tipler, Paul A. 2001: 409).



Gambar 2.3 kuat medan listrik dan medan magnet pada gelombang elektromagnetik. \mathbf{E} dan \mathbf{B} saling tegak lurus. Seluruh pola bergerak pada arah tegak lurus terhadap \mathbf{E} dan \mathbf{B} . Sumber: <http://wawan.guru.sman1-slo.sch.id/2012/09/05/gelombang-radio/>

Untuk frekuensi sudut ω dan bilangan gelombang k , medan listrik dan magnet sesaat diberikan oleh:

$$\mathbf{E} = E_0 \sin(kx - \omega t) \quad \text{dan} \quad \mathbf{B} = B_0 \sin(kx - \omega t)$$

dengan menggunakan hasil persamaan diatas untuk \mathbf{E} dan \mathbf{B} dalam persamaan 2.6, untuk kerapatan energi sesaat dapat diperoleh:

$$\eta = \frac{\mathbf{E}\mathbf{B}}{\mu_0 c} = \frac{E_0 B_0 \sin^2(kx - \omega t)}{\mu_0 c} \quad (2.8)$$

Apabila fungsi kuadrat sinus dirata-rata terhadap ruang atau waktu, maka diperoleh faktor $\frac{1}{2}$. Dengan demikian kerapatan energi rata-rata:

$$\eta_{rat} = \frac{1}{2} \frac{E_0 B_0}{\mu_0 c} = \frac{E_{rms} B_{rms}}{\mu_0 c} \quad (2.9)$$

persamaan diatas menggunakan $E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ dan $B_{rms} = \frac{B_0}{\sqrt{2}}$. Dengan demikian:

$$I = \eta_{rat} c = \frac{1}{2} \frac{E_0 B_0}{\mu_0} = \frac{E_{rms} B_{rms}}{\mu_0} = |\mathbf{S}| \quad (2.10)$$

(Tipler, Paul A. 2001: 410).

2.4 Kuat Pencahayaan

Kuat pencahayaan atau iluminasi adalah kuantitas cahaya pada level pencahayaan atau permukaan tertentu, atau dengan kata lain iluminasi adalah jumlah cahaya yang jatuh pada permukaan tertentu. Satuan kuat pencahayaan adalah lux. Dirumuskan sebagai berikut:

$$K = \frac{\phi}{A} \quad (2.11)$$

Keterangan: K= Kuat pencahayaan (lux)

ϕ = fluks cahaya pada area pencahayaan (lumen)

A = Luas permukaan (m²)

Kuat pencahayaan pada suatu ruangan tergantung pada jenis kegiatan yang dilakukan, dan juga pencahayaan disebuah ruang kuliah. Standar untuk pencahayaan di ruang kuliah ditetapkan oleh SNI (SNI-03-6575-2001) adalah:

Tabel 2.1 tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan SNI.

| Jenis Ruangan | Illuminasi (lux) | Kelompok renderasi warna | Keterangan |
|---------------|------------------|--------------------------|---|
| Ruang Kuliah | 250 | 1 atau 2 | |
| Perpustakaan | 300 | 1 atau 2 | |
| Laboratorium | 500 | 1 | |
| Ruang Gambar | 750 | 1 | Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar |
| Kantin | 100 | 1 | |

Sumber: SNI (SNI-03-6575-2001)

Kuat pencahayaan minimum yang dibutuhkan untuk ruang kuliah adalah 250 lux. Kuat pencahayaan yang merata sangat diperlukan karena dapat mempengaruhi kenyamanan dalam proses belajar mengajar. Pencahayaan yang sepenuhnya merata memang tidak mungkin dalam praktek, tetapi standar yang dapat diterima yaitu kuat minimum serendah-rendahnya 80% dari kuat pencahayaan pada umumnya (Pritchard:1986).

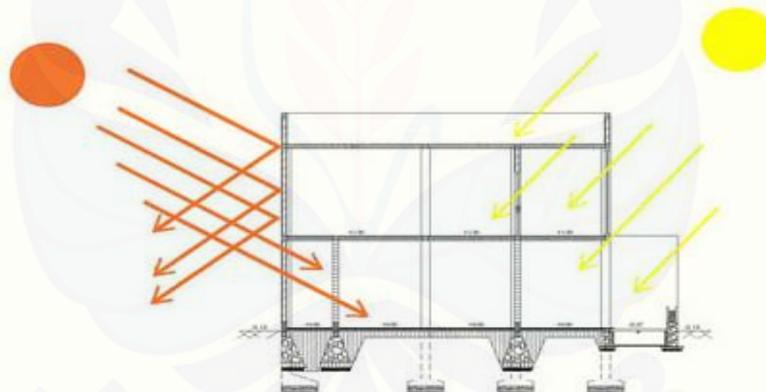
2.5 Sumber Pencahayaan

Menurut Karlen dan Benya (2007) berdasarkan sumber, pencahayaan dibagi menjadi dua.

a. Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang bersumber dari alam dan biasa langsung diasosiasikan dengan sinar matahari. Pencahayaan alami dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) *Sunlight*, yaitu cahaya matahari langsung, umumnya memiliki intensitas yang tinggi dan sudut penyebaran cahaya yang sempit. Cahaya seperti ini harus dijaga agar jumlahnya tetap terkendali sehingga tidak menimbulkan silau dan radiasi panas yang terlalu tinggi.
- 2) *Daylight*, yaitu cahaya matahari tidak langsung yang disebarkan oleh partikel-partikel atmosfer termasuk awan, umumnya memiliki intensitas yang sedang sampai dengan rendah dan sudut penyebaran cahaya yang lebar. Cahaya ini umumnya lebih disukai untuk digunakan untuk pencahayaan alami pada bangunan, karena tidak terlalu silau dan radiasi panas tidak terlalu tinggi.



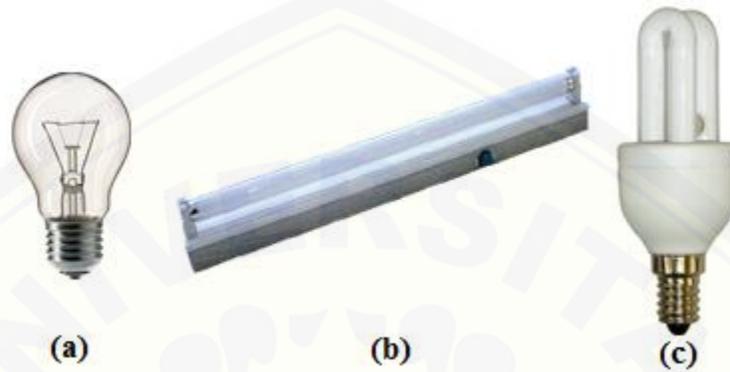
Gambar 2.4 Pencahayaan alami matahari, sebelah kiri menunjukkan adanya pantulan cahaya matahari dan sebelah kanan menunjukkan cahaya matahari langsung.

Sumber : <http://www.rihants.com/2012/10/pencahayaan-alami-fisbang-1.html>

b. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah segala bentuk pencahayaan yang bersumber dari alat yang diciptakan oleh manusia seperti lampu pijar, lilin, minyak tanah, dan obor. Cahaya buatan sering secara langsung diartikan atau diasosiasikan dengan cahaya lampu. Pencahayaan buatan membutuhkan energi untuk diubah menjadi terang cahaya. Efisiensi menjadi pertimbangan yang sangat penting selain menjadikan

pencapaian buatan yang sesuai dengan kebutuhan manusia (Karlen dan Benya, 2007: 2-3).



Gambar 2.5 Beberapa jenis pencapaian buatan. Gambar (a) lampu pijar, (b) lampu TL, dan (c) lampu LHE. (Sumber: <http://idkf.bogor.net/>)

2.6 Sistem Pencapaian

Sistem pencapaian dapat dikelompokkan menjadi:

a. Sistem pencapaian merata

Pada sistem ini memberikan tingkat pencapaian yang merata di seluruh bagian ruangan, digunakan apabila tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencapaian yang sama. Tingkat pencapaian yang merata dapat diperoleh dengan memasang armatur secara merata pada langit-langit (SNI-03-6575-2001:6).

b. Sistem pencapaian setempat

Pada sistem ini memberikan tingkat pencapaian pada bidang kerja yang tidak merata. Dibutuhkan cahaya yang banyak pada tempat yang digunakan untuk melakukan tugas visual. Hal ini dapat diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit diatas tempat tersebut.

c. Sistem pencapaian gabungan merata dan setempat

Sistem pencahayaan gabungan diperoleh dengan menambah sistem pencahayaan setempat pada sistem pencahayaan merata, dengan armatur yang dipasang di dekat tugas visual. Sistem pencahayaan gabungan dianjurkan digunakan untuk:

- 1) Mengerjakan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan tinggi.
- 2) Menunjukkan bentuk dan tekstur yang memerlukan cahaya datang dari arah tertentu.
- 3) Pencahayaan merata yang terhalang, sehingga tidak dapat sampai pada tempat yang terhalang tersebut.
- 4) Untuk orang tua memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi dan juga bagi seseorang yang kemampuan penglihatannya sudah berkurang (SNI-03-6575-2001:7).

2.7 Hubungan Kuat Pencahayaan dan Reflektansi

2.7.1 Koefisien Depresiasi

Koefisien depresiasi (k_d) atau sering disebut juga koefisien pemeliharaan, diartikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru.

$$k_d = \frac{K_{\text{dalam instalasi digunakan}}}{K_{\text{dalam waktu instalasi baru}}} \quad (2.12)$$

Besarnya koefisien depresi dipengaruhi oleh:

- a. Kebersihan dari lampu dan armatur
- b. Kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan
- c. Penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan
- d. Penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik

Besarnya koefisien depresi biasanya ditentukan oleh estimasi. Pada umumnya untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik koefisien depresi diambil sebesar 0,8 (SNI-03-6575-2001:3). Faktor depresi lumen lampu adalah penurunan kualitas kuat cahaya yang dipancarkan oleh lampu. Menurunnya kualitas tingkat

pencahayaan akibat adanya pengotoran tempat kerja, penggolongan ruangan berdasarkan tingkat penurunan kualitas cahayanya yaitu:

- 1) Ruangan sangat bersih (*Very clean*) sebesar 0-12%
- 2) Ruangan bersih (*Clean*) sebesar 13-24%
- 3) Ruangan yang sedang (*Medium*) sebesar 25-36%
- 4) Ruangan yang kotor (*Dirty*) sebesar 37-48%
- 5) Ruangan yang sangat kotor (*Very dirty*) sebesar 49-60%

(Nursalim. *e.l.*,2013:2).

2.7.2 Koefisien Penggunaan (k_p)

Sebagian dari cahaya lampu yang dipancarkan diserap oleh armatur, sebagian dipancarkan kearah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke bawah. Faktor penggunaan diartikan sebagai perbandingan antara fluks luminus sampai pada bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Faktor yang mempengaruhi besarnya koefisien penggunaan adalah:

- a. Distribusi intensitas cahaya dari armatur.
- b. Perbandingan antara keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari lampu di dalam armatur.
- c. Reflektansi cahaya di langit-langit, dinding dan lantai.
- d. Pemasangan armatur menempel atau digantung pada langit-langit.
- e. Dimensi ruangan.

Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel yang telah ditentukan oleh pembuat armatur berdasarkan hasil pengujian instansi terkait. Suatu keharusan untuk pembuat armatur memberikan tabel k_p , karena tanpa tabel ini perancangan pencahayaan yang digunakan armatur tidak dapat dilakukan dengan baik (Ginajar, 2012:3).

2.7.3 Reflektansi

Reflektansi adalah presentase dari energi cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan terhadap cahaya yang mengenainya atau cahaya yang datang pada bidang. Di dalam buku *IES Lighting Handbook* (1984) dinyatakan bahwa dinding dan langit-langit yang terang, baik yang netral maupun berwarna, akan lebih efisien daripada dinding yang gelap dalam penghematan energi dan mendistribusikan cahaya secara merata. Warna yang lebih terang akan memantulkan cahaya yang lebih banyak daripada warna gelap, sehingga warna ruangan juga berpengaruh terhadap kuat pencahayaan. Koefisien pantul dari cahaya ini disebut reflektansi. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{K_{\text{sinar pantul}}}{K_{\text{sinar langsung}}} \times 100\% \quad (2.13)$$

Angka reflektansi ini termasuk dalam faktor yang mempengaruhi kuat pencahayaan yaitu CU (*Coefficient of Utilization*). Jika angka reflektansi semakin tinggi, maka cahaya yang dipantulkan juga akan semakin tinggi. Rentang nilainya 0% sampai dengan 100% dari warna hitam pekat ke warna putih.

Tabel 2.2 nilai reflektansi pada bidang

| | Reflektansi (%) | |
|---------------------|-----------------|--------|
| | Ruang kuliah | kantor |
| Langit-langit | 70-90 | >80 |
| Dinding | 40-60 | 50-70 |
| Partisi | -- | 40-70 |
| Lantai | 30-50 | 20-40 |
| Perabotan dan mesin | -- | 25-45 |
| Bangku dan meja | 35-50 | 35-50 |

(Satwiko, 2004:66).

2.7.4 Hubungan Kuat Pencahayaan dan Reflektansi

IES Lighting Handbook (1984) menyatakan bahwa dinding dan langit-langit yang terang, baik netral maupun berwarna lebih efisien daripada dinding yang berwarna gelap dalam mendistribusikan cahaya secara merata. Semakin gelap warna dinding maka semakin kecil nilai reflektansinya dan juga ketika dinding berwarna terang maka nilai reflektansinya semakin besar. Angka reflektansi juga termasuk salah

satu faktor yang mempengaruhi kuat pencahayaan. Jika angka reflektansi semakin tinggi, maka cahaya yang dipantulkan juga akan semakin tinggi. Rentang nilainya 0% sampai dengan 100% dari warna hitam pekat ke warna putih. Kebersihan ruangan dan kebersihan armatur juga sangat berpengaruh pada besarnya reflektansi, semakin bersih ruangan dan armatur yang digunakan maka angka reflektansinya juga semakin besar.

2.8 Material Ruang Kuliah

Bangunan ruang kuliah adalah salah satu jenis bangunan umum yang dipakai dalam jangka waktu yang sangat lama. Tidak jarang bangunan tersebut berusia lebih dari 50 tahun. Kebutuhan bangunan ruang kuliah untuk bertahan dalam jangka waktu yang lama merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memilih material (Perkins, 2001:147). Ruang kuliah membutuhkan pencahayaan yang sangat baik untuk menunjang berlangsungnya proses belajar mengajar. Pencahayaan yang direkomendasikan untuk ruang kuliah atau ruang kelas adalah 250 lux (SNI-03-6575-2001).

Tabel 2.3 pilihan material standar pada ruang kuliah

| | Lantai | Dinding | Plafon | Finishing Mebel |
|-----------------|--|--|---|--|
| Alasan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. Ekonomis | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. Ekonomis 5. Dapat meredam bunyi | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mudah dibersihkan 2. Kuat 3. Estetis 4. doff 5. Tidak beracun |
| Contoh material | <ol style="list-style-type: none"> a. Keramik b. Karpet c. Lantai kayu d. Sheet flooring e. Lantai tuangan (beton, <i>terrazzo</i>) f. Gabus | <ol style="list-style-type: none"> a. Dinding beton (dicat dinding) b. Dinding plaster (fincat dinding) c. Kayu | <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Gypsum board</i> b. Struktur yang diekspos c. Kayu d. Metal e. Plafon akustik | <ol style="list-style-type: none"> a. <i>Natural finishing</i> b. <i>Polyster paint</i> c. <i>Vinyl paint coat</i> d. <i>Melamin</i> hanya pada bagian |

- d. Kaca
 - e. Keramik
 - f. *Glass black*
 - g. *Gypsum board*
- dalam
mebel

(Sumber: Perkins, 2001: 147-148)

a. Proporsi Ruang

Semakin tinggi langit-langit yang dibangun maka penyebaran cahaya menjadi lebih baik bahkan untuk pencahayaan atas dan pencahayaan sisi. Seperti yang ditunjukkan pada pencahayaan sisi bagian bawah, yaitu ketinggian langit-langit dari 8-16 ft. reflektansi untuk langit-langit yaitu 80%, dinding 50%, dan lantai 20% (Egan dan Olgyay, 2000:105).

b. Reflektansi Ruang

Distribusi cahaya sangat tergantung pada reflektansi ruang. Umumnya, langit-langit sangatlah penting untuk penerangan pada permukaan. Menurut pedoman IESNA, langit-langit, dinding, dan lantai reflektansi minimum pada permukaan yaitu 70/50/20. Dalam diagram dibawah ini, kombinasi variasi dari permukaan yang hitam dan putih ditempatkan berlawanan dengan dinding pada jendela. Presentase yang menunjukkan pencahayaan relatif terhadap kondisi permukaan dinilai 100%. Maka didapatkan penyebaran pencahayaan sebagai berikut:

- 1) Langit-langit gelap (dapat menyerap cahaya matahari yang cukup) dan juga dinding dan lantai terang (memantulkan cahaya), nilai reflektansinya sekitar 39%.
- 2) Langit-langit terang (memantulkan cahaya matahari yang cukup) dan belakang dinding gelap (menyerap cahaya matahari yang cukup), nilai reflektansinya sekitar 50%.
- 3) dinding bagian sisi gelap (menyerap cahaya matahari), nilai reflektansinya sekitar 62%.
- 4) Langit-langit dan dinding terang (memantulkan cahaya yang cukup) dan lantai gelap, nilai reflektansinya sekitar 68%.

- 5) Semua permukaan terang (pencahayaan paling tinggi), nilai reflektansinya sekitar 100%.

(Egan dan Olgyay, 2000:106).

Tabel 2.4 Reflektan sebagai persentase cahaya

| Bahan Warna | Reflektan (%) |
|---|---------------|
| Putih | 100 |
| Aluminium, kertas putih | 80 - 85 |
| Warna gading, kuning lemon, kuning dalam, hijau muda, biru pastel, pink, pale, krim | 60 – 65 |
| Hijau lime, abu-abu plae, pink, orange dalam, <i>bluegrey</i> | 30 – 35 |
| Biru langit, kayu pale | 40 – 45 |
| Pale oakwood, semen kering | 30 – 35 |
| Merah dalam, hijau rumput, kayu, hijau daun, coklat | 20 – 25 |
| Biru gelap, merah purple, coklat tua | 10 – 15 |
| Hitam | 0 |

(Sumber: Suhadri,2008)

Sedangkan menurut *Municipal and Rural Sanitation* dalam Soeripto (2008), faktor pantulan zat dengan bermacam-macam warna dapat dilihat pada table 2.5:

Tabel 2.5 Faktor pantulan zat dengan permukaan bermacam-macam warna

| Klasifikasi | Koefisien Pantulan (dalam %) |
|--|------------------------------|
| Plester putih (dinding tembok) | 90 – 92 |
| “ <i>Flat Mill White</i> ” (mat) | 75 – 90 |
| Krem muda | 74 |
| Pink muda | 67 |
| Kuning muda | 65 |
| Biru muda | 61 |
| Kekuning-kuningan muda (<i>light Buff</i>) | 58 |
| Abu-abu muda | 49 |
| Hijau muda | 47 |
| <i>Medium blue</i> | 36 |
| <i>Medium grey</i> | 30 |
| Merah | 13 |

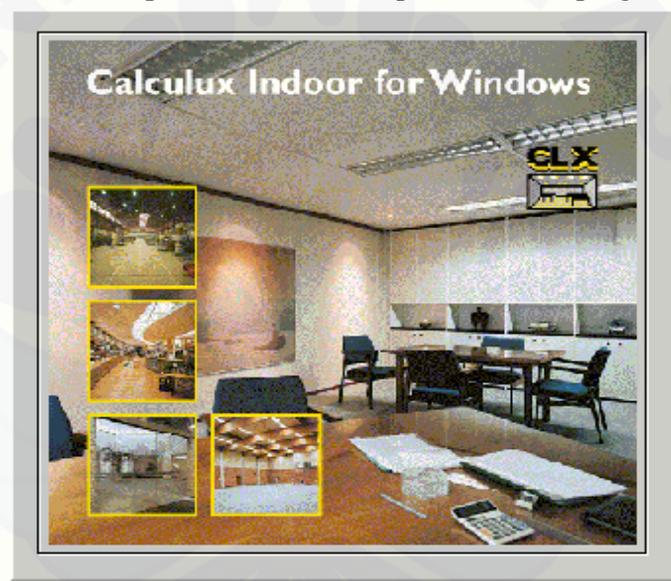
(Sumber: Soeripto, 2008)

2.9 Software Calculux

Calculux adalah salah satu program gratis yang diuat oleh perusahaan Philips lighting. Program ini digunakan untuk mendesain bentuk dan kuat pencahayaan baik itu dalam ruangan (*indoor lighting*), di luar ruangan (*outdoor lighting*), pencahayaan

di luar ruangan (*road lighting*). Hasil desain dari program ini nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat suatu bentuk ruangan dengan pencahayaan sesuai dengan keinginan (Nursalim. *e.l.*: 3).

Calculux indoor memprioritaskan desain pada ruang tertutup, misalnya: ruang kamar, ruang kantor, lapangan olah raga, untuk ruang industry, dan lain-lain. Agar *calculux* bias menghasilkan output, diperlukan data-data dari ruangan, berupa panjang ruangan, lebar ruangan, tinggi ruangan, tinggi bidang kerja, angka reflektansi, jenis lampu, lumen lampu, dan jumlah lampu yang digunakan. Apabila data tersebut sudah tersedia, maka kita sudah dapat menentukan output akhir dari program ini.



Gambar 2.6 Tampilan depan *software calculux indoor v.50b*.
Sumber: *software calculux indoor v.0b*

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui intensitas pencahayaan di ruang kuliah apakah telah memenuhi Standar Nasional Indonesia ataukah belum.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini untuk menganalisis intensitas pencahayaan di ruang kuliah yang bertempat di ruang kuliah 35 C 210 40 dan 35 C 201 40 dengan luas tiap ruangan 67,2 m² Gedung Fisika FKIP Universitas Jember. Waktu penelitian telah dilaksanakan pada hari Kamis tanggal 19 November 2015 semester ganjil tahun ajaran 2015/2016.

3.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

Variabel beserta definisi operasionalnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel Penelitian

- 1) Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ruang kuliah 35 C 210 40, 35 C 201 40 dan titik pengukuran
- 2) Variabel terikat dalam penelitian ini adalah intensitas pencahayaan.
- 3) Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah pemasangan lampu.

b. Definisi Operasional Variabel

Untuk menghindari perbedaan persepsi dan penafsiran kesalahan dalam penelitian ini, maka diperlukan adanya definisi operasional variabel. Adapun pengertian dari variabel-variabel tersebut, antara lain:

1) Intensitas Pencahayaan di Ruang kuliah

Intensitas pencahayaan di ruang kuliah adalah besarnya energi listrik yang dipancarkan sebagai cahaya ke suatu arah tertentu dalam ruang kuliah. Dalam penelitian ini ruang kuliah yang telah digunakan yaitu ruang kuliah 35 C 210 40 dan 35 C 201 40.

2) *Calculux Indoor 5.0b*

Software calculux indoor 5.0b adalah salah satu program gratis yang dibuat oleh perusahaan Philips yang digunakan untuk mendesain kuat pencahayaan pada ruangan tertutup, misalnya: ruang kamar, ruang kantor, lapangan olahraga, untuk ruang industri, dan lain-lain.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan untuk meneliti intensitas pencahayaan di ruang kuliah adalah:

a. Lampu sesuai dengan keadaan ruang kelas

b. Luxmeter

Spesifikasi:

1) Merk : DEKKO LX 1010 BS

2) Range Pengukuran : 1-100000 lux

3) Nilai Maksimum *Display* : 1999

4) Nilai Skala Terkecil : 1 lux

c. Meteran

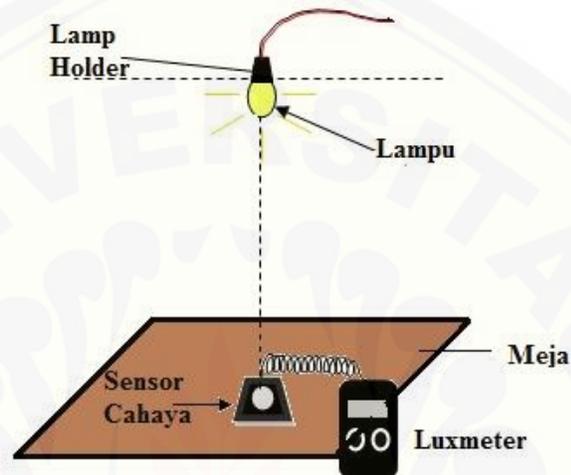
d. Ruang penelitian dengan ukuran :

1) Ruang kuliah 35 C 210 40: Panjang 9,6 meter, lebar 7 meter, dan tinggi 3,4 meter.

2) Ruang kuliah 35 C 201 40: panjang 9,6 meter, lebar 7 meter, dan tinggi 3,4 meter.

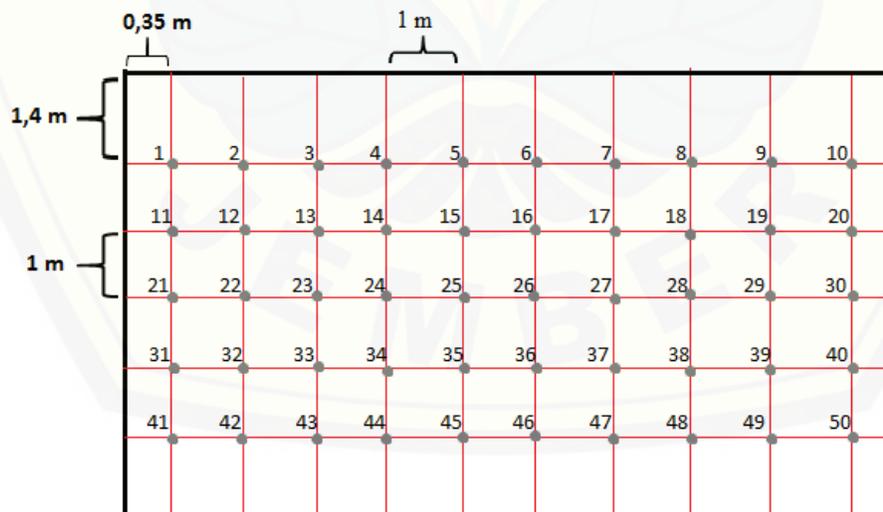
3.5 Desain Penelitian

Pada penelitian yang telah dilakukan, penelitian menggunakan desain alat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.1 Desain Alat Penelitian

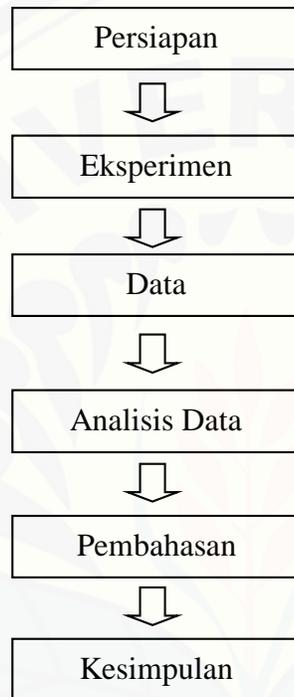
Pengukuran dilakukan pada 2 ruangan yaitu ruang 35C 201 40 dan 35C 210 40. Tiap titiknya disesuaikan dengan standar penerangan nasional.



Gambar 3.2 Desain Pengambilan Titik Pengukuran

3.6 Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki alur sebagai berikut:



Gambar 3.3 Bagan alur penelitian

3.7 Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang telah dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mempersiapkan alat dan bahan

Alat dan bahan yang telah digunakan harus sudah dalam kondisi sebagai berikut:

- 1) Luxmeter sudah dikalibrasi dan tampilan angka pada layar dalam keadaan jelas.
- 2) Lampu dalam ruangan dalam keadaan menyala

- 3) Tidak ada cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan
- 4) Membuat titik-titik pengukuran dengan jarak 1 m

b. Penelitian

Setelah alat dan bahan disiapkan, maka penelitian dapat dilakukan. Adapun proses penelitiannya sebagai berikut:

- 1) Mengukur iluminasi
 - a) Sensor cahaya pada luxmeter diletakkan tepat tegak lurus pada tiap titik yang telah ditentukan dengan jarak dari meja mahasiswa.
 - b) Mencatat nilai iluminasi yang telah ditunjukkan luxmeter.
 - 2) Menentukan nilai sinar datang
 - a) Mengambil salah satu lampu TL pada ruang penelitian, selanjutnya meletakkan lampu diluar ruangan agar tidak terkena pantulan bidang
 - b) Menyalakan lampu
 - c) Meletakkan sensor cahaya dibawah lampu dengan jarak tertentu.
 - d) Mencatat nilai iluminasi yang telah tertera pada luxmeter.
 - 3) Mengukur nilai reflektansi total pada bidang
 - a) Meletakkan sensor cahaya pada bidang yang telah ditentukan.
 - b) Mencatat nilai iluminasi yang telah ditentukan oleh luxmeter.
- c. Mencatat hasil pengukuran data pada tabel pengamatan data
- Data yang diperoleh berupa besar intensitas pencahayaan (iluminasi) dalam satuan lux yang diperoleh dari penerangan lampu pada tiap titik yang telah ditentukan.
- d. Melakukan percobaan diatas pada semua variabel bebas ruang kuliah 35 C 210 40 dan 35 C 201 40 sebanyak 50 titik pada setiap ruangan.
- e. Menentukan nilai rata-rata iluminasi (K).
- Data iluminasi yang telah diperoleh sebelumnya, diolah sehingga dapat menghasilkan nilai rata-rata iluminasinya.
- f. Menentukan nilai iluminasi minimum (K_{min}).

Dari data yang telah diperoleh, maka nilai iluminasi minimum dapat ditentukan. Pada pencahayaan merata, kuat penerangan dititik pengukuran minimal 80% dari nilai Iluminasi rata-rata total ruangan.

- g. Menentukan nilai reflektansi pada bidang ruangan.

Data iluminasi yang telah diperoleh, selanjutnya diolah dengan menggunakan rumus yang telah ditentukan sehingga dapat menghasilkan angka reflektansi pada bidang.

- h. Setelah didapatkan data, maka data diinput kedalam *software calculux*.

- i. Analisis Data.

Setelah data diperoleh dan disusun dalam tabel, maka data segera diolah dan dianalisis berdasarkan teori apakah intensitas pencahayaan di ruang kuliah sudah sesuai dengan Standar Nasional ataukah belum.

- j. Pembahasan

Apabila analisis data telah dilakukan maka dilanjutkan pembahasan terhadap penelitian dan hasilnya. Di dalam pembahasan akan diuraikan hasil penelitian apakah sesuai atau tidak dengan teori yang ada.

- k. Kesimpulan

Langkah terakhir yaitu membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.8 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari eksperimen ditabulasikan dalam tabel berikut:

Tabel 3.1 Tabel pengukuran data untuk intensitas pencahayaan pada ruang kuliah

| Titik Pengukuran | Jarak Pengukuran | K_{titik} (Lux) |
|------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 1 m | 1. |
| | | 2. |
| | | 3. |
| 2 | | 1. |
| | | 2. |
| | | 3. |
| 3 | | 1. |
| | | 2. |
| | | 3. |

| | |
|----|----|
| 4 | 1. |
| | 2. |
| | 3. |
| 5 | 1. |
| . | 2. |
| . | 3. |
| . | 1. |
| . | 2. |
| . | 3. |
| 50 | 1. |
| | 2. |
| | 3. |

3.2 Tabel analisis data untuk intensitas pencahayaan pada ruang kuliah

| Titik Pengukuran | K_{titik} (Lux) | \bar{K} (Lux) | K_{min} (Lux) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |
| 2 | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |
| 3 | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |
| 4 | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |
| 5 | 1. | | |
| . | 2. | | |
| . | 3. | | |
| . | 1. | | |
| . | 2. | | |
| . | 3. | | |
| 50 | 1. | | |
| | 2. | | |
| | 3. | | |

Tabel 3.3 Tabel pengukuran data untuk reflektansi total pada bidang

| Ruang Kuliah (Bidang Pengukuran) | $K_{\text{sinar datang}}$ | $K_{\text{sinar pantul}}$ | \bar{X} |
|---|---|---|-----------------------------|
| Dinding Belakang | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Depan | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Kiri | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Kanan | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Plafon | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Lantai | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |

Tabel 3.4 Tabel pengukuran data untuk reflektansi total pada bidang

| Ruang Kuliah (Bidang Pengukuran) | $K_{\text{sinar datang}}$ | $K_{\text{sinar pantul}}$ | ρ Total |
|---|---|---|--------------------------------|
| Dinding Belakang | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Depan | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Kiri | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Dinding Kanan | | 1 | |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| Plafon | | 1 | |
| | | 2 | |

| | |
|--------|---|
| Lantai | 3 |
| | 1 |
| | 2 |
| | 3 |

Setelah melakukan pengukuran pada alat dan bahan maka dapat diketahui:

- a. Menghitung nilai rata-rata Iluminaasi:

$$K = \frac{\sum \text{Iluminansi}}{n} \quad (3.1)$$

- b. Menghitung nilai Iluminasi minimum:

$$K_{min} = \frac{80}{100} \times \bar{K} \quad (3.2)$$

- c. Menghitung nilai reflektansi:

$$\rho = \frac{K_{sinar\ pantul}}{K_{sinar\ datang}} \times 100\% \quad (3.3)$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa nilai kuat pencahayaan rata-rata ($K_{rata-rata}$) di ruang kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 Gedung Fisika Universitas Jember yaitu 79,59 lux dan 77,05 lux, sehingga belum memenuhi standar yang telah ditentukan SNI yaitu 250 lux. Untuk nilai kuat pencahayaan minimum pada kedua ruang kuliah tidak merata, yaitu nilai pengukuran terendah di bawah nilai kuat pencahayaan minimum (K_{min}). sedangkan hasil pengukuran dan perhitungan nilai reflektansi pada kedua ruang kuliah untuk dinding, lantai dan plafon telah memenuhi standar rekomendasi SNI dengan besar nilai dari 0,5 sampai 0,8. Sesuai dengan teori kuat pencahayaan untuk memenuhi standar yang telah ditentukan SNI harus memenuhi beberapa kriteria yaitu kebersihan ruangan, pemasangan armatur dan lampu secara merata, pemberian warna yang cerah untuk dinding, lantai, dan langit-langit. Hasil simulasi dari *Software Calculux Indoor 5.0b* didapatkan hasil bahwa kuat pencahayaan pada ruang kuliah 35C 201 40 lebih baik daripada ruang 35C 210 40. Intensitas pencahayaan pada kedua ruang kuliah kurang memenuhi standar yang telah ditentukan SNI sehingga dimungkinkan dapat mempengaruhi kenyamanan dalam proses belajar mengajar.

5.2 Saran

- a. Pengamatan dan evaluasi pencahayaan buatan pada ruang kuliah hendaknya dilakukan secara teliti.
- b. Pada ruang kuliah nilai kuat intensitas pencahayaan belum memenuhi standar SNI (250 lux) sehingga direkomendasikan untuk memperbaiki lampu yang mati dan memasang lampu sesuai dengan armatur yang telah tersedia.
- c. Dapat menggunakan *Software* lain untuk simulasi pencahayaan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, W. 2012. *Gelombang Radio*. <http://wawan.guru.sman1-slo.sch.id/2012/09/05/gelombang-radio/>. [diakses tanggal 28 April 2015].
- Egan dan Victor. 2002. *Architectural Lighting*. New York: McGraw-Hill.
- IESNA. 2000. *The IESNA Lighting Handbook, 9th edition*. New York. USA.
- Ginanjar. 2012. Pengujian Intesitas Pencahayaan di Gedung Perpustakaan Universitas Siliwangi dengan Simulasi Menggunakan Software Dialux V.4.10.
- Karlen dan Benya. 2007. *Dasar-dasar Desain Pencahayaan*. Jakarta: Erlangga.
- Mujib dan Rahmadiansah. 2012. Desain Pencahayaan Lapangan Bulu Tangkis *Indoor ITS*. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol 1: 1-8
- Nursalim, *e.l.* 2013. Pengujian Intensitas Cahaya pada Ruang Laboratorium Komputer Fakultas Sains dan Teknik (FST) Undana Menggunakan Calculux V.5.0. *Jurnal Media Elektro*, Vol. 1 (3): 93-96.
- Perkins, B. 2001. *Elementary and Secondary School*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Philips, 2012. *Calculux*. <http://instalasilistrik-jn.com/calculux/>. [diakses tanggal 25 April 2015].
- Prihanto, 2010. *Pencahayaan Alami*. <http://www.rihants.com/2012/10/pencahayaan-alami-fisbang-1.html>. [diakses tanggal 1 Agustus 2015].
- Pritchard, ed. 1986. *Interior Lighting Design, 6th edition*. London: The Lighting Industry Federation Ltd.
- Satwiko, P. 2004. *Fisika Bangunan 2 Edisi 1*. Yogyakarta: Andi
- Satwiko, P. 2005. *Fisika Bangunan 1 Edisi 2*. Yogyakarta: Andi
- SNI 03-6575-2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangun Gedung*.
- Soeripto. 2008. *Higiene Industri*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Suhardi, B. 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Tipler, P. A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Wikipedia, 2013. *Radiasi Elektromagnetik*. http://id.wikipedia.org/wiki/Radiasi_elektromagnetik. [diakses tanggal 25 April 2015].



LAMPIRAN 1. MATRIK PENELITIAN

| JUDUL | RUMUSAN MASALAH | VARIABEL | INDIKATOR | SUMBER DATA | METODOLOGI PENELITIAN |
|---|---|---|---|--|--|
| Analisis Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember dengan Menggunakan <i>Calculux Indoor 5.0b</i> | 1. Bagaimana Intensitas Pencahayaan di Ruang Kuliah Gedung Fisika Universitas Jember? | <p>Variabel Bebas :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ruang Kuliah 35C 201 40 dan 35C 210 40 • Titik Pengukuran <p>Variabel kontrol :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pemasangan Lampu <p>Variabel Terikat :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensitas Pencahayaan | <p>a. Luxmeter</p> <p>b. <i>Software calculux indoor 5.0b</i></p> | <p>1. Hasil percobaan</p> <p>2. Pustaka yang relevan</p> | <p>Rancangan penelitian :</p> <p>Penelitian deskriptif</p> <p>Tempat penelitian :</p> <p>Gedung Fisika FKIP Uneiversitas Jember</p> <p>Teknik pengumpulan data :</p> <p>Data didapat dari hasil percobaan</p> |