

**LAPORAN  
PENELITIAN DOSEN  
UNIVERSITAS SAHID JAKARTA**



**EVALUASI KUALITAS PENCAHAYAAN TERHADAP  
KELUHAN MATA PEKERJA PT. LABORATORIUM**

**Tim Peneliti :**

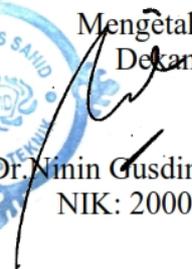
- 1. Dr. Tatan Sukwika, SP., M.Si**                      **NIDN: 0310097407 (Ketua)**
- 2. Dra. Linda Novian, M.Si**                        **NIDN: 0305116602 (Anggota)**

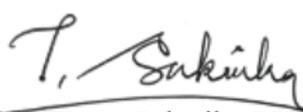
**FAKULTAS TEKNIK  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN  
PENELITIAN DOSEN UNIVERSITAS SAHID JAKARTA**

Judul Penelitian	Evaluasi Kualitas Pencahayaan Terhadap Keluhan Pekerja PT. Laboratorium
Rumpun Ilmu	Ilmu Lingkungan
Ketua Peneliti :	
a. Nama	Tatan Sukwika
b. NIDN	0310097407
c. Jabatang Fungsional	Asisten Ahli
d. Jabatan Struktural	
e. Program Studi	Teknik Lingkungan
f. Alamat e-mail	
g. Nomor HP	
Anggota Peneliti :	
a. Nama	Linda Noviana
b. NIDN	0305116602
c. Jabatang Fungsional	Lektor
d. Jabatan Struktural	
e. Program Studi	Teknik Lingkungan
f. Alamat e-mail	lindanovia@gmail.com
g. Nomor HP	081284401616
Biaya Total diusulkan :	
a. Usahid	Rp. 4.000.000
b. Sumber lain	
Waktu Penelitian	8 bulan
Lokasi Penelitian	
Jumlah Mahasiswa terlibat	1 orang

Jakarta, 10 Oktober 2018.

Mengetahui,  
Dekan  
  
(Dr. Ninin Gusdini, ST.MT )  
NIK: 20000415

Ketua Penelitian,  
  
(Dr. Tatan Sukwika, SP.MSi)  
NIDN: 8851730017

Menyetujui,  
Kepala LPPM  
  
( Prof. Dr. Ir. Giyatmi, M.Si )  
NIK: 19940236

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL		
DAFTAR GAMBAR		
DAFTAR LAMPIRAN		
RINGKASAN		
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	4
	1.3. Tujuan Penelitian	4
	1.4. Ruang Lingkup Penelitian	4
<b>BAB 2</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
	2.1. Lingkungan Kerja	6
	2.2. Sistem Pencahayaan	14
	2.3. Rancangan Penerapan Buatan	23
	2.4. Metode Perhitungan Pencahayaan	28
	2.5. Kelelahan Mata	33
	2.6. Kerangka Teori	41
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PELAKSANAAN</b>	44
	3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	44
	3.2. Populasi dan Sampel	44
	3.3. Tahapan Penelitian	45
	3.4. Metode Pengolahan Data	55
	3.5. Analisis Bivariat	59
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
	4.1. Gambaran Umum Pencahayaan	64
	4.2. Hasil Intensitas Pencahayaan Ruang Kerja	65
	4.3. Perhitungan Kebutuhan Pencahayaan Ruang	72
	4.4. Gambaran Distribusi Frekuensi Keluhan Kelelahan dan Faktor Pendukung	115
	4.5. Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Faktor Pendukung	123
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	130
	5.1. Kesimpulan	130
	5.2. Saran	131
DAFTAR PUSTAKA		132
LAMPIRAN-LAMPIRAN		135

## DAFTAR TABEL

1	Persyaratan Pencahayaan Kegiatan Industri dan Kerajinan–Kimia, Plastik dan Karet	12
2	Persyaratan Pencahayaan Ruang Laboratorium PT. SGS Indonesia	13
3	Ringkasan Hasil Penelitian	24
4	Ringkasan Hasil Penelitian Terkait	34
5	Konsep Pengumpulan Data Karakteristik Pekerja	50
6	Konsep Pengumpulan Data Lingkungan Kerja	52
7	Konsep Pengumpulan Data Keluhan Kelelahan Mata	53
8	Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan Bulan Agustus 2017	66
9	Hasil Presentase Kualitas dan Kategori Tingkat Pencahayaan	72
10	Hasil Evaluasi Intensitas Pencahayaan terhadap Jumlah Lampu	114
11	Frekuensi Pekerja yang Mengalami Keluhan Kelelahan Mata	117
12	Frekuensi Keluhan Kelelahan Mata Akibat Pencahayaan Di Tempat Kerja	117
13	Frekuensi Usia	118
14	Frekuensi Riwayat Gangguan Kesehatan Mata	119
15	Frekuensi Perilaku Berisiko Terhadap Kesehatan Mata	119
16	Frekuensi Lama Kerja	120
17	Frekuensi Kondisi Sumber Pencahayaan	121
18	Frekuensi Kualitas Pencahayaan	122
19	Hubungan Keluhan Kelelahan dan Usia	123
20	Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Riwayat Gangguan Kesehatan Mata	124
21	Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Perilaku Berisiko	125
22	Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Lama Kerja	126
23	Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Kondisi Sumber Pencahayaan	128

## DAFTAR GAMBAR

1	Konstruksi Lampu Fluoresensi	10
2	Konstruksi Lampu Natrium	11
3	Alat Pengukur Cahaya	16
4	Jenis Pemantulan dan Bentuk Armatour	22
5	Skala Luminasi Untuk Pencahayaan Interior 4	24
6	Grafik Luminasi Langit-Langit Terhadap Luminasi Armtaur	25
7	Sumber Cahaya Di Atas Bidang Kerja	28
8	Diagram Pola Intensitas Cahaya Lampu Pijar 9	29
9	Kerangka Konsep Teori	41
10	Peta Lokasi PT. SGS Indonesia	44
11	Flow Chart Penelitian	44
12	Denah dan Lokasi Titik Sampling Pengukuran Tingkat Pencahayaan di Area Laboratorium CRS PT. SGS	54

13	Tabel Efisiensi Penerangan untuk Armatur Penerangan Semi Langsung	56
14	(1) Lampu TL, (2) Lampu CFL, (3) Armatur	65
15	Grafik Intensitas Pencahayaan 7	67
16	Lightning Mapping CRS Laboratory Area	68
17	Lightning Mapping CRS Laboratory Area tidak memenuhi standar	69
18	Letak Susunan Armatur AAS ROOM	86
19	Letak Susunan Armatur ICP-EOS ROOM	98
20	Letak Susunan Armatur ICP-MS ROOM 1	101
21	Letak Susunan Armatur General Chemical Room (in front of)	104
22	Letak Susunan Armatur General Chemical Admin	107
23	Letak Susunan Armatur General Chemical Admin	110
24	Letak Susunan Armatur Weighing Room	113

### **DAFTAR LAMPIRAN**

- 1 Biodata ketua dan anggota tim pengusul
- 2 Justifikasi Anggaran
- 3 Surat Pernyataan Penyandang Dana Selain USAHID (bila ada)

## RINGKASAN

Proses pengujian di laboratorium memerlukan ketajaman visual sehingga memerlukan pencahayaan yang sesuai agar tidak menyebabkan kelelahan pada mata yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan menurunnya produktivitas kerja. Terdapat banyak faktor yang dapat menyebabkan timbulnya kelelahan mata, salah satu diantaranya yaitu intensitas penerangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sistem penerangan yang ada di laboratorium dan menganalisis hubungan intensitas pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata pegawai. Jenis penelitian ini merupakan studi deskriptif kualitatif, penelitian ini dilakukan di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia yang berlokasi di Cilandak Jakarta Selatan. Data diperoleh dengan cara pengukuran secara langsung, observasi dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 20 ruangan terdapat 16 ruangan yang intensitas pencahayaannya dibawah standar perusahaan yaitu 500 lux, perlu penambahan dan penggantian jenis lampu yang digunakan, guna mendapatkan intensitas pencahayaan sesuai standar. Sebanyak 82,6% pekerja merasakan keluhan kelelahan mata saat bekerja. Berdasarkan hasil statistik antara variabel independen dan dependen, hubungan antara faktor karakteristik pekerja, faktor pekerjaan dengan keluhan kelelahan mata tidak signifikan, namun terdapat hubungan yang signifikan antara faktor lingkungan (kondisi sumber pencahayaan) dengan keluhan kelelahan mata.

**Kata kunci:** Laboratorium, Intensitas Pencahayaan dan Kelelahan Mata.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Lingkungan kerja merupakan lingkungan fisik tempat karyawan bekerja yang mempengaruhi kinerja, keamanan dan mutu kehidupan kerja mereka, (Barry Render & Jay Heizer, 2001). Lingkungan kerja yang kondusif memberikan rasa aman dan memungkinkan para pegawai untuk dapat bekerja optimal. Lingkungan kerja dapat mempengaruhi emosi pegawai, jika pegawai menyenangi lingkungan kerja dimana ia bekerja, maka pegawai tersebut akan betah di tempat bekerjanya untuk melakukan aktivitas sehingga waktu kerja dipergunakan secara efektif dan optimal prestasi kerja pegawai juga tinggi. Lingkungan kerja tersebut mencakup hubungan kerja yang terbentuk antara sesama pegawai dan hubungan kerja antar bawahan dan atasan serta lingkungan fisik tempat pegawai bekerja.

Program pemeliharaan lingkungan kerja dan pekerja sebagai pengguna dari lingkungan kerja dibahas dalam bidang keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Keselamatan dan kesehatan kerja juga merupakan salah satu hal yang diperlukan pekerja pada suatu perusahaan. Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) difilosofikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budayanya menuju masyarakat makmur dan sejahtera. Sedangkan pengertian secara keilmuan adalah suatu ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Kesehatan dan keselamatan Kerja (K3) tidak dapat dipisahkan dengan proses produksi baik jasa maupun industri. (Sri Redjeki, 2016:6)

Pada dunia kerja, interaksi antara manusia, alat kerja, dan lingkungan kerja tidak dapat dihindarkan yang melibatkan indera manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu indra yang sering terlibat, tidak pisah dipisahkan

dari kerja adalah mata. Mata merupakan bagian tubuh pekerja yang harus dilindungi keselamatan dan kesehatannya. Cahaya yang cukup merupakan salah satu aspek terpenting yang menentukan kesehatan mata.

Menurut *International Labor Organization, 2013* Penerangan di setiap tempat kerja harus memenuhi syarat untuk melakukan pekerjaan. Penerangan yang sesuai sangat penting untuk peningkatan kualitas dan produktivitas. Sebagai contoh, pekerjaan perakitan benda kecil membutuhkan tingkat penerangan lebih tinggi, misalnya mengemas kotak. Studi menunjukkan bahwa perbaikan penerangan, hasilnya terlihat langsung dalam peningkatan produktivitas dan pengurangan kesalahan. Bila penerangan kurang sesuai, para pekerja terpaksa membungkuk dan mencoba untuk memfokuskan penglihatan mereka, sehingga tidak nyaman dan dapat menyebabkan masalah pada punggung dan mata pada jangka panjang dan dapat memperlambat pekerjaan mereka.

Menurut Kepmenkes No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran yang terdapat pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Pencahayaan ruangan, khususnya di tempat kerja yang kurang memenuhi persyaratan tertentu dapat memperburuk penglihatan, karena jika pencahayaan terlalu besar ataupun kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang diterima oleh mata. Akibatnya mata harus memicing silau atau berkontraksi secara berlebihan, karena jika pencahayaan lebih besar atau lebih kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang dapat diterima oleh mata. Pupil akan mengecil jika menerima cahaya yang besar. Hal ini merupakan salah satu penyebab mata cepat lelah. (Sari Eka Wahyuni, 2014)

PT. SGS Indonesia merupakan salah satu bagian dari perusahaan SGS grup yang memberikan kepercayaan yang berkesinambungan dan diakui sebagai tolak ukur global dalam kualitas dan integritas. PT SGS Indonesia telah memberikan pelayanan di Indonesia lebih dari 12 tahun dalam bidang pemeriksaan, verifikasi, pengujian dan sertifikasi. Sejak berdiri hingga saat ini, PT. SGS Indonesia telah melakukan berbagai penelitian dan pengujian untuk berbagai komoditi produk seperti makanan & minuman, kosmetik, tekstil, automotif maupun jasa audit..

Laboratorium *Customer Retail and Service* (CRS) merupakan salah unit bisnis PT. SGS Indonesia yang berfungsi untuk melakukan pengujian berbagai produk komoditi seperti makanan & minuman, kosmetik, tekstil, dan automotif baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Laboratorium CRS merupakan laboratorium pengujian yang kegiatannya mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengukuran kualitas produk pelanggan. Kesalahan hasil pengukuran dapat disebabkan oleh prosedur yang tidak baku maupun faktor lingkungan yang mempengaruhi produktivitas pekerja. Pekerjaan di area Laboratorium CRS memiliki tingkat akurasi yang tinggi, ketidaksesuaian atas prosedur maupun lingkungan kerja dapat berakibat fatal bagi proses pengujian dan bisa membahayakan keselamatan serta kesehatan jiwa pekerja, pelanggan maupun lingkungan. Proses pengujian di laboratorium memerlukan ketajaman visual sehingga memerlukan pencahayaan yang sesuai agar tidak menyebabkan kelelahan pada mata yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan menurunnya produktivitas kerja.

PT. SGS Indonesia memiliki salah satu unit yang memusatkan perhatian terhadap keselamatan dan kesehatan kerja yaitu *Unit Health, Safety, and Environment* (HSE). Bagian ini memiliki fungsi untuk mencegah pengaruh buruk dari lingkungan kerja operator atau pekerja. Data pengukuran tingkat pencahayaan bulan Agustus 2017 dari unit HSE didapatkan hasil bahwa beberapa ruangan di area laboratorium CRS memiliki nilai pengukuran tingkat pencahayaan yang berada dibawah standar yang digunakan. Kondisi pencahayaan yang tidak sesuai menyebabkan ketajaman visual menurun dan membuat otot mata berkontraksi lebih. Jika hal tersebut tidak segera ditindaklanjuti maka kondisi tersebut dapat menimbulkan kelelahan mata pada para pekerja yang berada di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia. Keluhan kelelahan mata pekerja yang terus berlanjut dapat berpengaruh terhadap produktifitas dari pekerja, konsentrasi, dan penyakit akibat kerja. Selain itu belum adanya tindakan khusus terhadap salah satu bahaya fisik lingkungan kerja ini selain melakukan inspeksi secara rutin. Oleh karena itu, dibutuhkan evaluasi terhadap permasalahan tersebut untuk mendapatkan rekomendasi penyelesaian masalah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, terdapat beberapa rumusan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana gambaran kondisi aktual pencahayaan dalam ruangan-ruangan di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia?
2. Bagaimana cara mengatasi pencahayaan pada ruangan yang berada dibawah nilai ambang batas?
3. Adakah hubungan antara keluhan kelelahan mata pekerja dengan kondisi pencahayaan yang ada?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan laporan ini yaitu :

1. Mengetahui gambaran kondisi aktual mengenai intensitas pencahayaan ruang di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia
2. Mengatahui tindakan perbaikan yang harus dilakukan untuk mendapatkan kondisi pencahayaan optimal sesuai dengan fungsi ruangan di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia
3. Mengetahui dan menjelaskan ada tidaknya hubungan antara keluhan kelelahan mata pekerja dengan kondisi pencahayaan yang ada.

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian yang terdapat dalam penulisan laporan ini adalah:

1. Data pengukuran tingkat pencahayaan yang digunakan adalah data periode Agustus 2017 pada area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia
2. Evaluasi tingkat pencahayaan difokuskan pada kesesuaian jumlah dan jenis lampu pada setiap ruangan.
3. Pengukuran variabel saling berhubungan yaitu keluhan kelelahan mata sebagai variabel dependen. Variabel independen berupa faktor karakteristik pekerja (usia, riwayat gangguan kesehatan mata, perilaku berisiko terhadap kesehatan

mata), faktor pekerjaan (lama kerja) dan faktor lingkungan (kondisi sumber pencahayaan)

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini meliputi;

### **Bab I Pendahuluan**

Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang penelitian, identifikasi permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, kerangka penelitian serta sistematika penulisan.

### **Bab II Tinjauan pustaka**

Bab ini dikemukakan dari berbagai sumber penulisan ilmiah yang digunakan sebagai referensi untuk menjelaskan secara teoritis berbagai hal yang berkaitan dengan kualitas udara dalam ruang.

### **Bab III Metodologi penelitian**

Bab ini menjelaskan mengenai desain penelitian, waktu dan lokasi penelitian, obyek dan ruang lingkup penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, pelaksanaan penelitian dan analisa data.

### **Bab IV Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Bab ini menjelaskan mengenai profil dan kondisi lingkungan kerja PT. SGS Indonesia secara umum.

### **Bab V Hasil dan Pembahasan**

Bab ini akan membahas hasil data pengukuran intensitas pencahayaan pada area Laboratorium Uji bulan agustus 2017, mengevaluasi kesesuaian jumlah lampu setiap ruangan dan membahas hasil data survey dampak intensitas pencahayaan yang diolah secara statistik untuk melihat adanya hubungan antara intensitas pencahayaan dengan keluhan mata pekerja serta membahas kebutuhan optimum pencahayaan untuk ruangan di area Laboratorium Uji.

### **Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini menjelaskan kesimpulan hasil akhir dari evaluasi intensitas pencahayaan dan analisis hubungan intensitas pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Lingkungan Kerja**

##### **2.1.1 Pengertian Lingkungan Kerja**

Lingkungan kerja dalam suatu perusahaan sangat penting untuk diperhatikan manajemen. Meskipun lingkungan kerja tidak melaksanakan proses produksi dalam suatu perusahaan, namun lingkungan kerja mempunyai pengaruh langsung terhadap para karyawan yang melaksanakan proses produksi tersebut. Lingkungan kerja adalah suasana dimana karyawan melakukan aktivitas setiap harinya.

Lingkungan kerja yang kondusif memberikan rasa aman dan memungkinkan karyawan untuk dapat bekerja optimal. Jika karyawan menyenangi lingkungan kerja dimana dia bekerja, maka karyawan tersebut akan betah ditempat kerjanya, melakukan aktivitasnya sehingga waktu kerja dipergunakan secara efektif. Sebaliknya lingkungan kerja yang tidak memadai akan dapat menurunkan kinerja karyawan.

Beberapa ahli mendefinisikan lingkungan kerja antara lain sebagai berikut: Menurut (Nitisemito 2010) lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada disekitar karyawan dan dapat mempengaruhi dalam menjalankan tugas yang diembankan kepadanya misalnya dengan adanya air conditioner (AC), penerangan yang memadai dan sebagainya.

Lingkungan kerja adalah sesuatu yang ada di lingkungan para pekerja yang dapat mempegaruhi dirinya dalam menjalankan tugas seperti temperatur, kelembapan, ventilasi, penerangan, kekaduhan, kebersihan tempat kerja dan memadai tidaknya alat-alat perlengkapan kerja (Isyandi, 2004).

Menurut (Simanjuntak, 2003:39) lingkungan kerja dapat diartikan sebagai keseluruhan alat perkakas yang dihadapi, lingkungan sekitarnya dimana seorang bekerja, metode kerjanya, sebagai pengaruh kerjanya baik sebagai perorangan maupun sebagai kelompok. Sedangkan menurut (Mardiana, 2005) lingkungan kerja adalah lingkungan di mana pegawai melakukan pekerjaannya sehari-hari.

Dari beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada disekitar para pekerja/karyawan yang dapat mempengaruhi kepuasan kerja karyawan dalam melaksanakan pekerjaannya sehingga akan diperoleh hasil kerja yang maksimal, dimana dalam lingkungan kerja tersebut terdapat fasilitas kerja yang mendukung karyawan dalam penyelesaian tugas yang dibebankan kepada karyawan guna meningkatkan kerja karyawan dalam suatu perusahaan.

### **2.1.2 Jenis Lingkungan Kerja**

Menurut Sadarmayanti (2009) menyatakan bahwa secara garis besar, jenis lingkungan kerja terbagi menjadi 2 yakni: (a) lingkungan kerja fisik, dan (b) lingkungan kerja nonfisik

#### **A. Lingkungan Kerja Fisik**

Menurut Sadarmayanti (2009) yang dimaksud dengan lingkungan kerja fisik yaitu semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja dimana dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja fisik sendiri dapat dibagi menjadi dua kategori, yakni:

1. Lingkungan yang langsung berhubungan dengan karyawan (Seperti; pusat kerja, kursi, meja dan sebagainya)
2. Lingkungan perantara atau lingkungan umum dapat juga disebut lingkungan kerja yang dapat mempengaruhi kondisi manusia, misalnya: temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau tidak sedap, warna, dan lain-lain.

#### **B. Lingkungan Kerja Nonfisik**

Sadarmayanti (2009) menyatakan bahwa lingkungan kerja nonfisik adalah semua keadaan yang terjadi yang berkaitan dengan hubungan kerja, baik dengan atasan maupun dengan sesama rekan kerja, ataupun dengan bawahan. Lingkungan nonfisik ini juga merupakan kelompok lingkungan kerja yang tidak bisa diabaikan.

## **2.2 Pencahayaan Di Tempat Kerja**

### **2.2.1 Definisi Pencahayaan**

Menurut Kepmenkes No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan keadaan lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Pencahayaan yang baik memungkinkan orang dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas dan cepat.

Pencahayaan merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan keadaan lingkungan yang aman dan nyaman dan berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Pencahayaan yang baik memungkinkan orang dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas dan cepat. Menurut sumbernya, pencahayaan dapat dibagi menjadi :

#### **1. Pencahayaan Alami**

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

Sumber pencahayaan alami kadang dirasa kurang efektif dibanding dengan penggunaan pencahayaan buatan, selain karena intensitas cahaya yang tidak tetap, sumber alami menghasilkan panas terutama saat siang hari. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

- 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

## 2. Pencahayaan Buatan

Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat pencahayaan alami tidak mencukupi.

Fungsi pokok pencahayaan buatan baik yang diterapkan secara tersendiri maupun yang dikombinasikan dengan pencahayaan alami adalah sebagai berikut:

- a. Menciptakan lingkungan yang memungkinkan penghuni melihat secara detail serta terlaksananya tugas serta kegiatan visual secara mudah dan tepat
- b. Memungkinkan penghuni berjalan dan bergerak secara mudah dan aman
- c. Tidak menimbulkan pertambahan suhu udara yang berlebihan pada tempat kerja
- d. Memberikan pencahayaan dengan intensitas yang tetap menyebar secara merata, tidak berkedip, tidak menyilaukan, dan tidak menimbulkan bayang-bayang.
- e. Meningkatkan lingkungan visual yang nyaman dan meningkatkan prestasi.

Tujuan pencahayaan di industri adalah tersedianya lingkungan kerja yang aman dan nyaman dalam melaksanakan pekerjaan. Untuk upaya tersebut maka pencahayaan buatan perlu dikelola dengan baik dan dipadukan dengan faktor-faktor penunjang pencahayaan diantaranya atap, kaca, jendela dan dinding agar tingkat pencahayaan yang dibutuhkan tercapai (Padmanaba, 2006)

Jenis-jenis lampu yang digunakan dalam pencahayaan buatan, antara lain sebagai berikut:

### a. Lampu pijar

Lampu pijar tergolong lampu listrik generasi awal yang masih digunakan hingga saat ini. Filamen lampu pijar terbuat dari tungsten (wolfram), bola lampu diisi gas. Lampu pijar disebut juga lampu panas karena karena sebagian energi listrik berubah menjadi panas dan sebagian

berubah menjadi energi cahaya. Lampu pijar kurang efisien bila digunakan untuk mengenali warna dan juga dapat mengeluarkan panas.

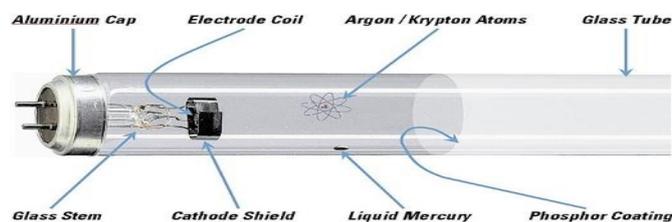
Prinsip kerja lampu pijar adalah ketika ada arus listrik mengalir melalui filamen yang mempunyai resistivitas tinggi sehingga menyebabkan kerugian tegangan, selanjutnya menyebabkan kerugian daya yang menyebabkan panas pada filamen sehingga filamen berpijar.

Lampu pijar terbagi atas 3 jenis yaitu:

1. Lampu filamen karbon
  2. Lampu wolfram
  3. Lampu halogen
- b. Lampu Fluoresensi

Lampu fluoresen (TL= tubelair lamp) termasuk lampu merkuri rendah (0,4 Pa) yang dilengkapi dengan bahan fluoresen. Cahaya yang dipancarkan dari lampu adalah UV (termasuk sinar tak tampak). Untuk itu bagian dalam tabung lampu dilapisi dengan bahan fluoresen yang berfungsi mengubah UV menjadi sinar tampak. Disamping itu pada bahan fluoresen ditambahkan senyawa lain yang disebut aktivator.

Didalam tabung lampu fluoresen terdapat merkuri dan gas inert seperti ditunjukkan pada Gambar. Fungsinya adalah memperpanjang umur elektroda karena keberadaan gas tersebut dapat mengurangi evaporasi, pengendali kecepatan lintasan elektron bebas sehingga lebih memungkinkan terjadinya ionisasi merkuri, dan memudahkan lewatnya arus didalam tabung khususnya pada temperatur rendah.



**Gambar 2.1** Konstruksi Lampu Fluoresensi

Sumber: <http://elektronika-dasar.web.id/karakteristik-dan-prinsip-kerja-lampu-tl-fluorescent-lamp/>

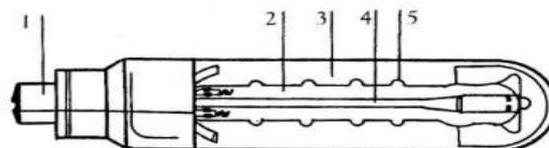
Pada awal kerja, arus mengalir melalui dan memanaskan elektroda sehingga mengemisikan elektron bebas, Disamping melalui elektroda, arus juga melalui balast dan starter. Fenomena resistansi pada pelepasan gas adalah negatif. Berarti jika arus lampu bertambah tegangan lampu berkurang. Untuk itu perlu perangkat pembatas arus yang terpasang seri dengan TL, perangkat tersebut bisa berupa resistor (pada sumber DC), balast elektris atau elektronik

Kemampuan arus mengalir melalui tabung dikarenakan balast menghasilkan tegangan induksi yang tinggi. Namun tegangan induksi yang tinggi ini akan kembali normal ketika arus sudah mengalir melalui tabung. Sesaat setelah waktu kerja awal starter (yang berupa bimetal) memutuskan rangkaian. Tegangan kembali normal dan lampu menyala normal. Efikasi lampu fluorezen umumnya 3 hingga 4 kali lampu pijar. Fungsi balast ada 2 yaitu sebagai:

1. Pembangkit tegangan induksi yang tinggi agar terjadi pelepasan elektron didalam tabung.
2. Membatasi arus yang melalui tabung setelah lampu bekerja normal.

c. Lampu Natrium

Lampu Natrium dibedakan berdasarkan tekanan gas didalam tabung pelepasannya menjadi 2 yaitu lampu natrium tekanan rendah (SOX) dan lampu natrium tekanan tinggi (SON). Konstruksi lampu natrium seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Natrium padat dan gas Neon diisikan pada tabung U (pada gambar diatas). Natrium akan menjadi gas setelah mendapat pemanasan pada waktu kerja awal.



Keterangan: 1. pangkal 2. tabung U 3. lapisan indium oksida 4. gelas bening agar dihasilkan arus cahaya yang baik 5. lekukan tempat Natrium

**Gambar 2.2** Konstruksi Lampu Natrium  
 Sumber: <http://ilmulistrikatu.blogspot.com/>

d. Lampu Merkuri

Lampu merkuri dikenal juga dengan sebutan lampu TL. Lampu ini sangat baik untuk suasana pabrik, laboratorium dan kantor karena uap merkuri menimbulkan warna putih.

Kesesuaian sistem lampu dan jumlah lampu serta perlengkapan lampu yang digunakan berdasarkan atas beberapa pertimbangan yang antara lain adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi perlengkapan lampu
2. jumlah cahaya yang dihasilkan lampu (*lumen*)
3. Daya pantul (*reflectan*) permukaan sekitarnya
4. Efek dari hilangnya cahaya sebagai akibat penurunan *lumen* lampu oleh karena kotoran yang menutupi lampu dan perlengkapannya.
5. Bentuk dan ukuran ruangan
6. Ketersediaan sumber cahaya alami

### 2.2.2 Persyaratan Pencahayaan Di Tempat Kerja

Menurut Permenkes No. 70 Tahun 2016 Persyaratan pencahayaan lingkungan kerja industri merupakan nilai tingkat pencahayaan yang disarankan berdasarkan jenis area, pekerjaan atau aktivitas tertentu. Persyaratan pencahayaan lingkungan kerja dinyatakan dalam satuan Lux.

Persyaratan pencahayaan lingkungan kerja dikelompokkan menjadi:

- a. Persyaratan pencahayaan dalam gedung industri
- b. Persyaratan pencahayaan di luar gedung industri

**Tabel 2.1** Persyaratan Pencahayaan Kegiatan Industri dan Kerajinan – Kimia, Plastik dan Karet

Sumber : Permenkes No. 70 Tahun 2016

No	Jenis Area, Pekerjaan/Aktivitas	Lux	Keterangan
1	Instalasi yang dioperasikan jarak jauh ( <i>remote-operated</i> )	50	“ <i>safety colour</i> ” harus mudah dikenali

No	Jenis Area, Pekerjaan/Aktivitas	Lux	Keterangan
2	Instalasi dengan aktivitas manual terbatas	150	
3	Area instalasi dengan pekerja terus menerus	300	
4	a. Ruang pengukuran presisi, laboratorium b. Produksi farmasi Produksi ban	500	
5	c. <i>Cutting, finishing, inspection</i>	750	
6	Pemeriksaan/inspeksi warna	1000	

Sedangkan dalam penelitian ini, penulis mengacu terhadap persyaratan pencahayaan yang berasal dari peraturan perusahaan yaitu *Lighting Guidelines SGS-OI-L4-414-01*.

**Tabel 2.2** Persyaratan Pencahayaan Ruang Laboratorium PT. SGS Indonesia  
sumber : *Lighting Guidelines SGS-OI-L4-414-01*

Lokasi / Aktivitas	Rata-rata Pencahayaan (Foot Candle/Lux)
Pengukuran Kualitatif, Kuantitatif dan Fisik	50 / 500
Percobaan, Penelitian	50 / 500
<i>Pilot Plant</i> , Proses dan Spesialisasi	30 / 300
<i>ASTM Equipment Konck Test</i>	30 / 300
Ruang Pencucian dan Ruang Alat Gelas	30 / 300
Ruang Asam	30 / 300
Ruang Kerja Umum	50 / 500
Gudang Penyimpanan	15 / 150

## **2.3 Sistem Pencahayaan**

### **2.3.1 Alat Pengukur Cahaya**

Lux meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui karena pada dasarnya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya ini maka diperlukan sebuah sensor yang cukup peka dan linier terhadap cahaya. Semakin jauh jarak antara sumber cahaya ke sensor maka akan semakin kecil nilai yang ditunjukkan lux meter. Ini membuktikan bahwa semakin jauh jaraknya maka intensitas cahaya akan semakin berkurang. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital yang terdiri dari rangka, sebuah sensor. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intensitasnya.

Lux meter digunakan untuk mengukur tingkat iluminasi. Hampir semua lux meter terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto, dan layer panel. Sensor diletakkan pada sumber cahaya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan lebih besar. Kunci untuk mengingat tentang cahaya adalah cahaya selalu membuat beberapa jenis perbedaan warna pada panjang gelombang yang berbeda. Oleh karena itu, pembacaan merupakan kombinasi efek dari semua panjang gelombang.

Standar warna dapat dijadikan referensi sebagai suhu warna dan dinyatakan dalam derajat Kelvin. Standar suhu warna untuk kalibrasi dari hampir semua jenis cahaya adalah  $2856^{\circ}\text{K}$ , yang lebih kuning dari pada warna putih. Berbagai jenis dari cahaya lampu menyala pada suhu warna yang berbeda. Pembacaan lux meter akan berbeda, tergantung variasi sumber cahaya yang berbeda dari intensitas yang sama. Hal ini menjadikan, beberapa cahaya terlihat lebih tajam atau lebih lembut dari pada yang lain.

### **2.3.1.1 Prinsip Kerja Luxmeter**

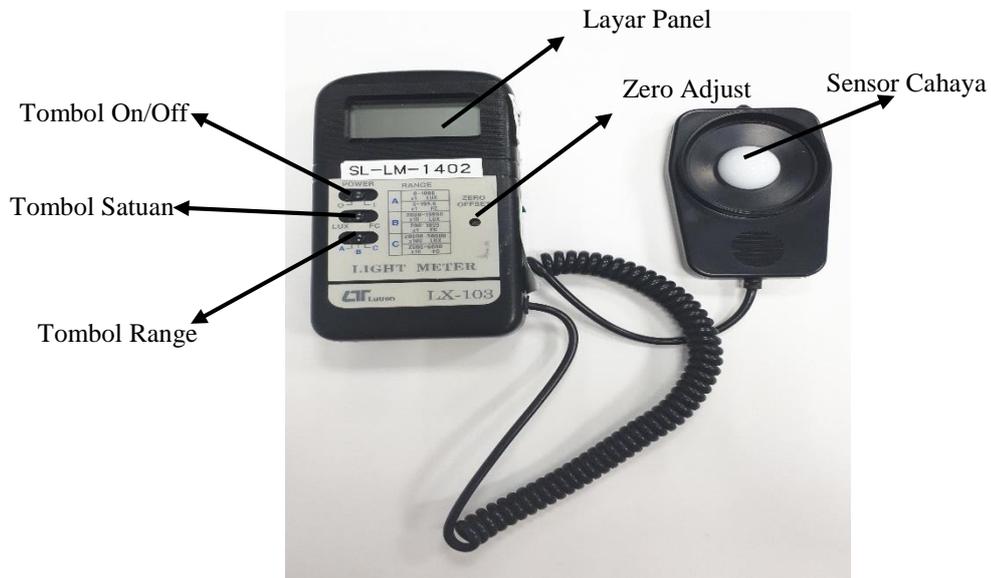
Lux meter merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur kuat penerangan (tingkat penerangan) pada suatu area atau daerah tertentu. Alat ini didalam memperlihatkan hasil pengukurannya menggunakan format digital. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor tersebut diletakan pada sumber cahaya yang akan diukur intenstasnya. Cahaya akan menyinari sel foto sebagai energi yang diteruskan oleh sel foto menjadi arus listrik. Makin banyak cahaya yang diserap oleh sel, arus yang dihasilkan pun semakin besar.

Sensor yang digunakan pada alat ini adalah photo diode. Sensor ini termasuk kedalam jenis sensor cahaya atau optic. Sensor cahaya atau optic adalah sensor yang mendeteksi perubahan cahaya dari sumber cahaya, pantulan cahaya ataupun bias cahaya yang mengenai suatu daerah tertentu. Kemudian dari hasil dari pengukuran yang dilakukan akan ditampilkan pada layar panel. Berbagai jenis cahaya yang masuk pada luxmeter baik itu cahaya alami ataupun buatan akan mendapatkan respon yang berbeda dari sensor. Berbagai warna yang diukur akan menghasilkan suhu warna yang berbeda, dan panjang gelombang yang berbeda pula. Oleh karena itu pembacaan yang ditampilkan hasil yang ditampilkan oleh layar panel adalah kombinasi dari efek panjang gelombang yang ditangkap oleh sensor photo diode.

Pembacaan hasil pada Lux meter dibaca pada layar panel LCD (liquid Crystal digital) yang format pembacaannya pun memakai format digital. Format digital sendiri didalam penampilannya menyerupai angka 8 yang terputus-putus. LCD pun mempunyai karakteristik yaitu Menggunakan molekul asimetrik dalam cairan organik transparan dan orientasi molekul diatur dengan medan listrik eksternal.

### 2.3.1.2 Bagian-bagian dan Fungsi Alat Lux Meter

Adapun bagian- bagian dari alat lux meter adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.3** Alat Pengukur Cahaya (*Luxmeter*)  
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Fungsi bagian-bagian alat ukur :

Layar panel : Menampilkan hasil pengukuran

Tombol Off/On : Sebagai tombol untuk menyalakan atau mematikan alat

Tombol Satuan : Sebagai tombol pilihan satuan pengukuran (Lux/FootCandle)

Tombol Range : Tombol kisaran ukuran

Zero Adjust : Sebagai pengkalibrasi alat (bila terjadi error)

Sensor Cahaya : Alat untuk menangkap cahaya.

### 2.3.1.3 Prosedur Penggunaan dan Cara Pembacaan Lux Meter

Dalam mengoperasikan atau menjalankan lux meter amat sederhana. Tidak serumit alat ukur lainnya, dalam penggunaannya yang harus benar- benar diperhatikan adalah alat sensornya karena sensornyalah yang akan mengukur

kekuatan penerangan suatu cahaya. Oleh karena itu sensor harus ditempatkan pada daerah yang akan diukur tingkat kekuatan cahayanya (iluminasi) secara tepat agar hasil yang ditampilkan pun akurat. Dalam pengukuran menurut SNI 16-7062-2004 syarat yang harus dilakukan adalah:

1. Pintu ruangan dalam keadaan sesuai dengan kondisi tempat pekerjaan dilakukan.
2. Lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan.
3. Langkah-langkah dalam tata cara pengukuran adalah sebagai berikut:
4. Hidupkan lux meter yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor.
5. Bawa alat ke tempat titik pengukuran yang telah ditentukan, baik pengukuran untuk intensitas penerangan setempat atau umum.
6. Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat angka yang stabil.
7. Catat hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan.
8. Matikan luxmeter setelah selesai dilakukan pengukuran intensitas penerangan.

Pada tombol range ada yang dinamakan kisaran pengukuran. Terdapat 3 kisaran pengukuran yaitu:

Panel A: 0-1999 Lux / 0-199.9 FC

Panel B: 2000-19990 Lux / 200-1999 FC

Panel C: 20000-50000 Lux / 2000-5000 FC

Hal tersebut menunjukkan kisaran angka (batasan pengukuran) yang digunakan pada pengukuran. Memilih 2000 lux, hanya dapat dilakukan pengukuran pada kisaran cahaya kurang dari 2000 lux. Memilih 20.000 lux, berarti pengukuran hanya dapat dilakukan pada kisaran 2000 sampai 19990 (lux). Memilih 50.000 lux, berarti pengukuran dapat dilakukan pada kisaran 20.000 sampai dengan 50.000 lux. Jika Ingin mengukur tingkat kekuatan cahaya alami lebih baik menggunakan pilihan 2000 lux agar hasil pengukuran yang terbaca lebih akurat. Spesifikasi ini, tergantung kecangihan alat. Apabila dalam pengukuran menggunakan range 0-1999 maka dalam pembacaan pada layar panel di kalikan 1 lux. Bila menggunakan range

2000-19990 dalam membaca hasil pada layar panel dikalikan 10 lux. Bila menggunakan range 20.000 sampai 50.000 dalam membaca hasil dikalikan 100 lux.

### 2.3.2 Istilah-istilah Pencahayaan

Istilah-istilah dalam pencahayaan yang sering digunakan baik dalam desain maupun evaluasi tingkat pencahayaan di suatu ruangan adalah (Prih Sumardjati, dkk. 2008) :

1. Intensitas Cahaya atau *luminous intensity* (I) merupakan jumlah cahaya yang dikeluarkan oleh suatu sumber cahaya pada suatu arah tertentu. Satuan untuk *luminous intensity* adalah *candela* atau *candlepower*
2. Fluks Cahaya atau *Luminous Flux* (F) adalah jumlah cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Lambang fluks cahaya adalah F atau  $\Phi$  dan satuannya dalam lumen (lm).
3. Luminasi atau *Luminance* (L) adalah suatu ukuran terangnya suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan dan satuannya  $\text{cd/m}^2$
4. Iluminasi atau *Illuminance* (E) Iluminasi sering di sebut juga intensitas penerangan atau kekuatan penerangan atau dalam BSN di sebut Tingkat Pencahayaan pada suatu bidang adalah fluks cahaya yang menyinari permukaan suatu bidang. Lambang iluminasi adalah E dengan satuan lux (lx).
5. Efikasi Adalah rentang angka perbandingan antara fluks cahaya (lumen) dengan daya listrik suatu sumber cahaya (watt), dalam satuan lumen/watt. Efikasi juga disebut fluks cahaya spesifik.

### 2.3.3 Kualitas dan Sistem Pencahayaan

Kualitas pencahayaan dikategorikan ke dalam beberapa jenis, yaitu (Karlen, 2008):

#### 1. *Brightness Distribution*

Menunjukkan jangkauan dari luminasi dalam daerah penglihatan. Suatu rasio kontras yang tinggi diinginkan untuk penerimaan detil, tapi variasi yang berlebihan dari luminansi dapat menyebabkan timbulnya masalah. Mata menerima cahaya utama yang sangat terang, sehingga mata menjadi sulit untuk memeriksa dengan cermat objek-objek yang lebih gelap dalam suatu daerah

yang terang. Perbandingan terang cahaya dalam daerah kerja utama, difokuskan sebaiknya tidak lebih dari 3 sampai 1. Untuk membantu memelihara pada daerah pusat ini, cahaya terang rata-rata tersebut seharusnya sekitar 10 kali lebih besar dari latar belakang.

## 2. *Glare* atau Silau

Cahaya yang menyilaukan dapat terjadi apabila cahaya yang berlebihan mengenai mata. Cahaya yang menyilaukan dapat dikategorikan menjadi dua macam, yaitu:

### a. Cahaya menyilaukan yang tidak menyenangkan (*Discomfort Glare*)

Cahaya ini mengganggu, tetapi tidak menyebabkan gangguan yang terlalu fatal terhadap penglihatan, akan tetapi cahaya ini akan menyebabkan meningkatnya tingkat kelelahan dan dapat menyebabkan rasa sakit pada bagian kepala.

### b. Cahaya menyilaukan yang mengganggu (*Disability Glare*)

Cahaya ini secara berkala mengganggu penglihatan dengan adanya penghamburan cahaya dalam lensa mata. Orang-orang lanjut usia kurang bisa untuk menerima cahaya seperti ini.

## 3. *Shadows* (Bayang-bayang)

Bayang-bayang yang tajam (*sharp shadows*) adalah akibat dari sumber cahaya buatan (*artificial*) yang kecil atau dari cahaya yang langsung berasal dari cahaya matahari. Kedua sumber tersebut dapat menyebabkan rasio terang yang berlebihan dalam jangkauan penglihatan, detil-detil penting yang tidak terlalu jelas.

## 4. *Background* (Latar Belakang)

Latar belakang sampai pada daerah kerja utama, seharusnya dibuat sesederhana mungkin. Latar belakang yang kacau atau latar belakang yang mempunyai banyak perpindahan sedapat mungkin dihindari, dengan menggunakan sekat-sekat.

Menurut SNI 03-6197-2000 Kualitas warna cahaya dibedakan menjadi :

a. Warna Cahaya Lampu (*Correlated Colour Temperature/CCT*)

Warnanya sendiri tidak merupakan indikasi tentang efeknya terhadap warna obyek, tetapi lebih kepada memberi suasana. Dua lampu yang saling mirip warna cahayanya dapat berbeda komposisi distribusi spektralnya sehingga akan berbeda juga efeknya kepada warna obyek yang diterangi. Warna cahaya lampu dikelompokkan menjadi :

1. Warna putih kekuning-kuningan (warm white), kelompok 1 (< 3300K).
2. Warna putih netral (Cool White), kelompok 2 (3300K s/d 5300K).
3. Warna putih (Daylight), kelompok 3 (> 5300K).

Suhu warna biasanya menggunakan satuan Kelvin (K) sebagai satuannya. Suhu lebih tinggi dari 5000K berwarna kebiruan biasanya disebut sebagai warna putih dingin, sedangkan 4000K lazim sebagai warna putih netral. 2700K adalah warna cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar disebut sebagai putih hangat. Pada umumnya, suhu yang rendah cenderung berwarna kemerahan dan makin tinggi akan menampilkan warna kebiruan, (Wikipedia, 2013).

b. Renderasi Warna

Indeks sesuaian warna (dalam bahasa Inggris: *color rendering index* atau *CRI*) adalah kemampuan suatu sumber cahaya untuk membuat warna dan pelbagai pemerinkatan warna (*gradation*) dari sebuah benda yang terlihat oleh mata manusia. Indeks sesuaian warna berkisar dari 0 hingga 100 dan semakin tinggi nilainya menunjukkan kemampuan sesuaian yang lebih baik. (Wikipedia, 2017).

Lampu-lampu diklarifikasikan dalam kelompok renderasi warna yang dinyatakan dengan Ra, sebagai berikut :

1. Efek warna kelompok 1 : Ra indeks 80 ~ 100
2. Efek warna kelompok 2 : Ra indeks 60 ~ 80
3. Efek warna kelompok 3 : Ra indeks 40 ~ 60
4. Efek warna kelompok 4 : Ra indeks < 40

Untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai dalam suatu ruang, maka diperlukan sistem pencahayaan yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Menurut Prabu dalam Sabir (2013), ada 5 sistem pencahayaan di ruangan, yaitu:

1. Sistem pencahayaan langsung (*direct lighting*)

Pada penerangan langsung 90% hingga 100% cahaya dipancarkan kebidang kerja. Pada penerangan langsung terjadi efek trowongan pada langit-langit yaitu tepat diatas lampu terdapat bagian yang gelap. Penerangan langsung dapat dirancang menyebar atau terpusat tergantung reflektor yang digunakan. Kelebihan pada penerangan langsung efisiensi penerangan tinggi, memerlukan sedikit lampu untuk bidang kerja luas. Kelemahannya bayangannya gelap, karena jumlah lampu sedikit maka jika terjadi gangguan sangat berpengaruh.

2. Pencahayaan semi langsung (*semi direct lighting*)

Penerangan setengah langsung 60% hingga 90% cahayanya diarahkan kebidang kerja selebihnya diarahkan ke langit-langit dan dinding. Penerangan jenis ini adalah efisien. Pemakaian penerangan setengah langsung antara lain: kantor, kelas, toko, dan tempat kerja lainnya.

3. Sistem pencahayaan difus (*general diffuse lighting*)

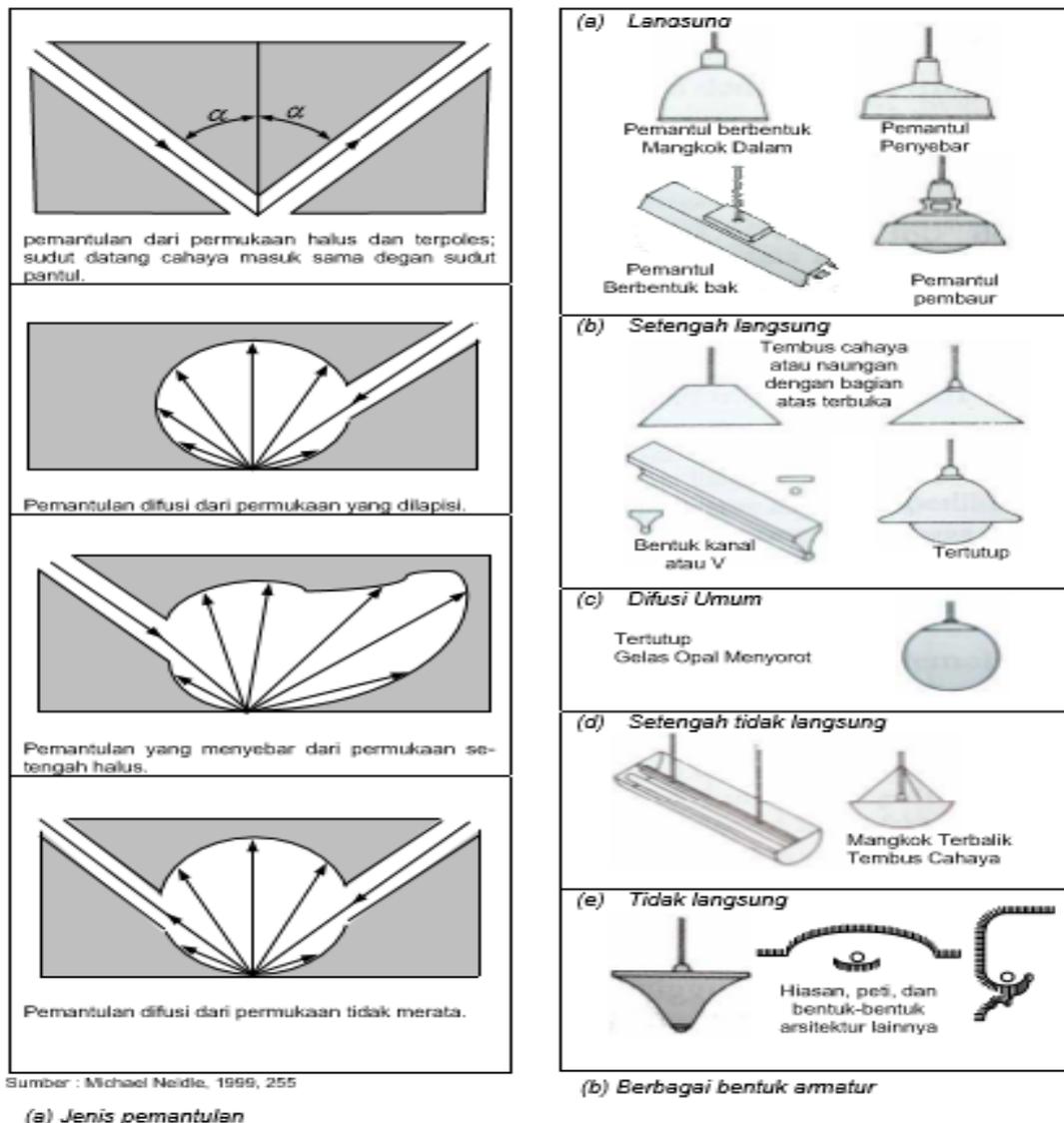
Pada penerangan difus distribusi cahaya keatas dan bawah relatif merata yaitu berkisar 40% hingga 60%. Penerangan difus menghasilkan cahaya teduh dan bayangan lebih jelas dibanding yang dihasilkan dua penerangan yang dijelaskan sebelumnya. Penggunaan penerangan difus antara lain pada: tempat ibadah.

4. Sistem pencahayaan semi tidak langsung (*semi indirect lighting*)

Pada penerangan setengah tak langsung 60% hingga 90% cahaya diarahkan ke langit-langit dan dindinf. Distribusi cahaya pada penerangan ini mirip dengan distribusi penerangan tak langsung tetapi lebih efisien dan kuat penerngannya lebih tinggi. Perbandingan kebeningan antara sumber cahaya dengan sekelilingnya tetap memenuhi syarat tetapi pada penerangan ini timbul bayangan walaupun tidak jelas. Penerangan setengah tak langsung digunakan pada ruangan yang memerlukan modeling shadow yaitu: toko buku, ruang baca, ruang tamu.

5. Sistem pencahayaan tidak langsung (*indirect lighting*)

Pada penerangan tak langsung 90% hingga 100% cahaya dipancarkan ke plafon ruangan sehingga yang dimanfaatkan pada bidang kerja adalah cahaya pantulan. Pada penerangan tak langsung langit-langit merupakan sumber cahaya semu dan cahaya yang dipantulkan menyebar serta tidak menyebabkan bayangan. Penerangan jenis ini digunakan pada ruang gambar, perkantoran, rumah sakit, hotel.



**Gambar 2.4** Jenis Pemantulan dan Bentuk Armatur  
 Sumber: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1

## 2.4 Rancangan Penerangan Buatan

Sebagai bahan pertimbangan diperlukan gambar-gambar rencana dan penampang masing-masing ruangan, detail-detail konstruksi langit-langit dan dinding, saluran-saluran dan pipa-pipa yang akan dipasang, warna dan finishing dari langit-langit dan dinding serta lantai. Demikian juga rencana dekorasi interior, perabot-perabot dan mesin-mesin.

Langkah pertama ialah menentukan tugas-tugas visual yang akan dilakukan dalam gedung itu, serta persyaratan-persyaratan umum yang diakibatkan oleh tugas visual tersebut. Langkah kedua ialah menentukan peranan yang akan dipegang oleh penerangan buatan, baik dalam menciptakan suasana dan “kepribadian” di dalam interior gedung tersebut maupun dalam menampakkan dan menonjolkan bentuk gedungnya. Kemungkinan perubahan dalam pemakaian gedung tersebut dikemudian hari, sebaiknya juga dipertimbangkan.

Dengan jalan menyelami tugas-tugas visual yang akan dilaksanakan dalam masing-masing ruangan, dapatlah dipertimbangkan sistem penerangan yang paling cocok serta lokasi dan pengaturan armatur lampu. Sistem pencahayaan dapat dikelompokkan menjadi:

### a. Sistem pencahayaan merata

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan yang merata di seluruh ruangan, digunakan jika tugas visual yang dilakukan di seluruh tempat dalam ruangan memerlukan tingkat pencahayaan yang sama. Tingkat pencahayaan yang merata diperoleh dengan memasang armatur secara merata langsung maupun tidak langsung di seluruh langit-langit

### b. Sistem pencahayaan setempat

Sistem ini memberikan tingkat pencahayaan pada bidang kerja yang tidak merata. Ditempat yang diperlukan untuk melakukan tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi, diberikan tingkat cahaya yang lebih banyak dibandingkan dengan sekitarnya. Hal ini diperoleh dengan mengkonsentrasikan penempatan armatur pada langit-langit diatas tempat tersebut.

c. Sistem pencahayaan gabungan merata dan setempat

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

1. Tugas visual yang memerlukan tingkat pencahayaan yang tinggi
2. Memerlihatkan bentuk dan tekstur yang memerlukan cahaya datang dari arah tertentu
3. Pencahayaan merata terhalang, sehingga tidak dapat sampai pada tempat yang terhalang tersebut
4. Tingkat pencahayaan yang lebih tinggi diperlukan untuk orang tua atau yang kemampuan penglihatannya sudah berkurang

#### 2.4.1 Distribusi Luminasi

Distribusi luminansi di dalam medan penglihatan harus diperhatikan sebagai pelengkap keberadaan nilai tingkat pencahayaan di dalam ruangan. Hal penting yang harus diperhatikan pada distribusi luminansi adalah sebagai berikut:

- a. Rentang luminansi permukaan langit-langit dan dinding
- b. Distribusi luminansi bidang kerja
- c. Nilai maksimum luminansi armatur (untuk menghindari kesilauan)
- d. Skala luminansi untuk pencahayaan interior dapat pada Gambar 2.5



**Gambar 2.5** Skala luminansi untuk pencahayaan interior  
Sumber: SNI 03-6575-2001

### 2.4.1.1 Luminasi Permukaan Dinding

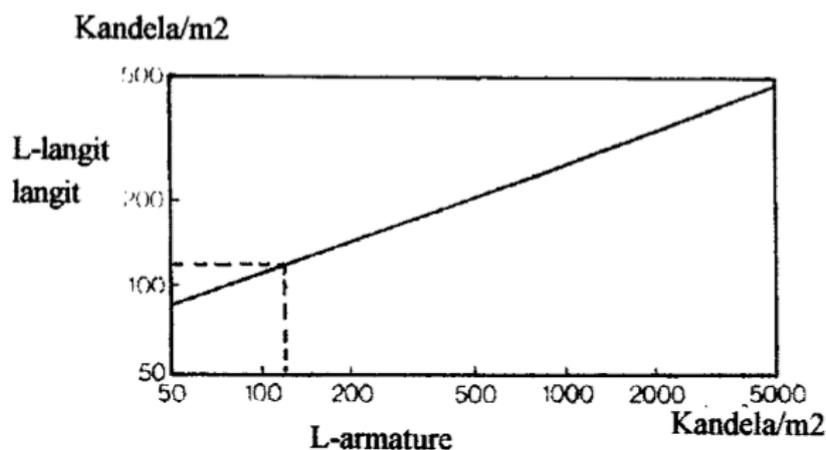
Luminansi permukaan dinding tergantung pada luminansi obyek dan tingkat pencahayaan merata di dalam ruangan. Untuk tingkat pencahayaan ruangan antara 500 ~ 2000 lux, maka luminansi dinding yang optimum adalah 100 kandela/m<sup>2</sup>.

Ada 2 cara pendekatan untuk mencapai nilai optimum ini, yaitu :

- Nilai reflektansi permukaan dinding ditentukan, tingkat pencahayaan vertikal dihitung, atau ;
- Tingkat pencahayaan vertikal diambil sebagai titik awal dan reflektansi yang diperlukan dihitung. Nilai tipikal reflektansi dinding yang dibutuhkan untuk mencapai luminansi dinding yang optimum adalah antara 0,5 dan 0,8 untuk tingkat pencahayaan rata-rata 500 lux, dan antara 0,4 dan 0,6 untuk 1000 lux.

### 2.4.1.2 Luminasi Permukaan Langit-Langit

Luminansi langit-langit adalah fungsi luminansi armatur, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.11. Dari gambar grafik ini terlihat jika luminansi armatur kurang dari 120 kandela/m<sup>2</sup>, maka langit-langit harus lebih terang daripada terang armatur. Nilai untuk luminansi langit-langit tidak dapat dicapai dengan hanya menggunakan armatur yang dipasang masuk ke dalam langit-langit sedemikian hingga langit-langit akan diterangi hampir seluruh dari cahaya yang direfleksikan dari lantai.



**Gambar 2.6** Grafik luminasi langit-langit terhadap luminasi armature  
Sumber: SNI 03-6575-2001

### **2.4.1.3 Distribusi Luminasi Bidang Kerja**

Untuk memperbaiki kinerja penglihatan pada bidang kerja maka luminansi sekeliling bidang kerja harus lebih rendah dari luminansi bidang kerjanya, tetapi tidak kurang dari sepertiganya. Kinerja penglihatan dapat diperbaiki jika ada tambahan kontras warna.

### **2.4.2 Kriteria Teknik Penerangan**

Dalam instalasi penerangan untuk menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan pada suatu ruangan tergantung pada:

- a. Macam penggunaan suatu ruangan, setiap macam penggunaan ruang mempunyai kebutuhan kuat penerangan (lumen per meter persegi atau Lux).
- b. Ukuran ruang tersebut, makin luas suatu ruangan yang akan diterangi makin banyak penggunaan lampunya.
- c. Keadaan dinding dan lingkungannya dari ruang tersebut.
- d. Macam dan jenis lampu yang akan dipakai dan sistem penerangan yang di gunakan.

Menurut Darmasetiawan (1991), dalam merencana teknik pencahayaan, ada 6 kriteria yang perlu diperhatikan agar diperoleh pencahayaan yang baik yaitu dapat memenuhi fungsi pencahayaan tersebut dan supaya dapat dilihat dengan jelas dan nyaman. Kriteria-kriteria tersebut adalah:

- a. Kuat penerangan atau intensitas penerangan

Kuat penerangan atau intensitas penerangan adalah suatu ukuran untuk terang suatu benda. Intensitas penerangan sebagian besar ditentukan oleh jumlah cahaya total yang dipancarkan oleh sumber cahaya (intensitas cahaya) setiap detik yang jatuh pada suatu permukaan bidang tertentu. Untuk perhitungan instalasi penerangan suatu ruangan perlu diperhatikan faktor refleksi cahaya dari langit-langit, dinding, lantai dan benda-benda yang berada dalam ruangan tersebut.

b. Distribusi kepadatan cahaya

Kepadatan cahaya atau luminasi adalah ukuran kepadatan radiasi cahaya yang jatuh pada suatu bidang dan dipancarkan ke arah mata sehingga mendapatkan kesan terang.

c. Pembatasan cahaya agar tidak menyilaukan mata

Untuk membatasi cahaya agar tidak menyilaukan mata dapat dilakukan dengan teknik pemasangan lampu yang tidak berada pada sudut pandang ( $45^0$ ) dan untuk cahaya pembuatan dapat dihindari dengan memakai armatur yang dilengkapi dengan *louvre* atau *optic mirror*.

d. Arah pencahayaan dan pembentukan bayangan

Arah pencahayaan mempengaruhi pembentukan bayangan. Arah pencahayaan dan pembentukan bayangan dapat menimbulkan kesan terhadap benda yang kita lihat. Pembagian/distribusi pencahayaan dan pengaturan susunan armatur lampu mempengaruhi arah pencahayaan. Bayangan yang terlalu kuat atau tanpa bayangan sama sekali hendaknya dihindarkan. Ruangan tanpa bayangan menimbulkan kesan monoton atau membosankan selain mempersulit penglihatan.

e. Warna cahaya dan refleksi warna

Warna benda yang dilihat adalah relatif karena tergantung pada pencahayaan. Di dalam teori teknik penerangan warna dinding dan warna langit sangat menentukan terang atau tidaknya sebuah lampu yang dipasang pada suatu ruangan. Jadi dinding yang berwarna putih bersih akan memberikan hasil penerangan lebih terang daripada dinding dan langit yang berwarna gelap atau dengan kata lain warna putih dapat memantulkan kembali sinar lampu yang datang.

f. Kondisi dan iklim ruangan

Iklim ruangan mempengaruhi hasil kerja dalam ruangan tersebut. Hal ini tergantung pada beberapa parameter, yaitu pencahayaan warna ruang serta teknik pengaturan udara termasuk teknik pengaturan temperatur ruangan. Oleh karena itu dalam merencanakan teknik pencahayaan pada ruang kerja perlu

diperhatikan bahwa pencahayaan harus memberikan kondisi yang nyaman, menyenangkan, dan aman.

## 2.5 Metode Perhitungan Pencahayaan

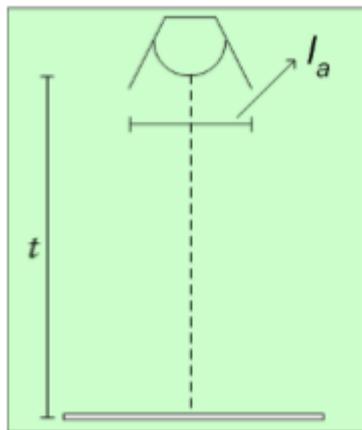
Perancangan penerangan buatan secara kuantitas dapat dilakukan perhitungan dengan 2 metode yaitu :

1. Metode titik demi titik (*point by point method*)
2. Metode Lumen

### 2.5.1 Metode Titik Demi Titik (*point by point method*)

Metode ini hanya berlaku untuk cahaya langsung, tidak memperhitungkan cahaya pantulan, dan sumber cahaya dianggap satu titik, serta mempunyai syarat sebagai berikut :

- a. Dimensi sumber cahaya dibanding dengan jarak sumber cahaya ke bidang kerja tidak boleh lebih besar dari 1 dibanding 5.



Keterangan :

$l_a$  = lebar armatur

$t$  = tinggi / jarak antara armatur ke bidang kerja

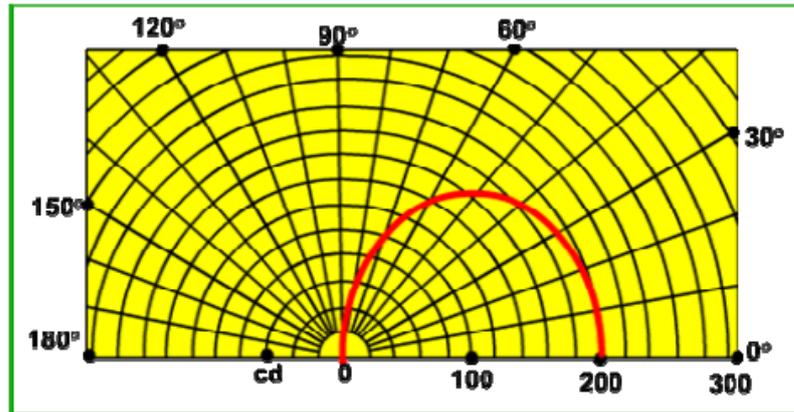
$$l_a \leq 1/5 t$$

**Gambar 2.7** Sumber Cahaya di atas Bidang Kerja  
Sumber: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1

- b. Berdasarkan diagram pola intensitas cahaya.

Panjang jari-jari dari 0 ke suatu titik dari grafik menyatakan intensitas cahaya kearah itu dalam suatu candela. Setiap gambar biasanya dilengkapi dengan data yang menunjukkan nilai dalam lumen / cd. (misal 500 lumen / cd ; 1000 lumen / cd ; 2000 lumen /cd dan seterusnya). Diagram penyebaran intensitas cahaya ini ada yang berbentuk simetris dan tidak simetris.

Untuk yang simetris biasanya hanya digambarkan setengahnya saja. Diagram yang menunjukkan karakteristik-karakteristik lampu dan armatur ini, dapat diperoleh pada buku katalog dari pabrik yang memproduksinya.



**Gambar 2.8** Diagram Pola Intensitas Cahaya Lampu Pijar

Sumber: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1

Intensitas cahaya sebuah lampu sebanding dengan fluks cahaya lain, nilai-nilai yang diberikan dalam diagram masih harus dikalikan dengan jumlah lumen lampu tersebut. Dalam gambar diatas intensitas cahayanya = 1000 lumen, jika pada armaturnya diberi lampu 1.500 lumen, maka pada sudut 60° intensitas cahayanya:

$$1.500/1.000 \times 140 \text{ cd} = 210 \text{ cd}$$

- Hanya ada satu sumber cahaya yang akan diperhitungkan pada saat itu.
- Bidang kerja yang diberi penerangan harus berdimensi kecil.
- Daerah yang sumber cahaya dan bidang kerjanya bebas dari permukaan yang memantulkan cahaya (refleksi cahaya tidak diperhitungkan).

Untuk setiap titik yang berjarak sama dari sumber cahaya (dengan arah cahaya pada sudut normal), maka besar intensitas penerangannya akan selalu sama dan membentuk diagram melingkar. Jika ada dua titik lampu dengan jarak sama ke suatu target, maka total intensitas penerangannya sekitar dua kalinya.

### 2.5.2 Metode Lumen

Metode lumen adalah menghitung intensitas penerangan rata-rata pada bidang kerja. Fluks cahaya diukur pada bidang kerja, yang secara umum mempunyai tinggi antara 75 – 90 cm diatas lantai.

Besarnya intensitas penerangan (E) bergantung dari jumlah fluks cahaya dari luas bidang kerja yang dinyatakan dalam lux (lx).

$$E = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

E : Intensitas penerangan (lux)

F : Fluks cahaya (lumen)

A : Luas bidang kerja (m<sup>2</sup>)

Tidak semua cahaya dari lampu mencapai bidang kerja, karena ada yang di pantulkan (faktor refleksi = r), dan diserap (faktor absorpsi = a) oleh dinding, plafon dan lantai. Faktor refleksi dinding (rw) dan faktor refleksi plafon (rp) merupakan bagian cahaya yang dipantulkan oleh dinding dan langit-langit / plafon yang kemudian mencapai bidang kerja. Faktor refleksi bidang kerja (rm) ditentukan oleh refleksi lantai dan refleksi dinding antara bidang kerja dan lantai secara umum, nilai  $r_m = 0,10$  (jika  $r_m$  tidak diketahui, maka diambil nilai  $r_m 0,10$ ).

Faktor refleksi dinding dan langit-langit masing-masing menyatakan bagian yang dipantulkan dari fluks cahaya yang diterima oleh bidang dan langit-langit ke bidang kerja. Faktor refleksi semu bidang kerja ditentukan oleh refleksi lantai atau refleksi bagian kerja antara bidang kerja dan lantai.

Faktor-faktor refleksi berdsarkan dinding, langit-langit dan lantai, yaitu untuk :

- a. Warna putih dan sangat muda : 70% atau 0,7
- b. Warna muda : 50% atau 0,5
- c. Warna sedang : 30% atau 0,3
- d. Warna Gelap : 10% atau 0,1

Indeks ruang atau indeks bentuk (k) menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran suatu ruangan berbentuk bujur sangkar yang dapat dirumuskan.

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

Keterangan

k = Indeks ruang

P = Panjang ruang (m)

L = Lebar ruang (m)

h = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

sedangkan untuk mencari tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja dapat digunakan rumus di bawah ini :

$$h = h_r - h_{bk}$$

Keterangan

h = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

$h_r$  = Tinggi ruangan (m)

$h_{bk}$  = Tinggi bidang kerja (m)

Indeks ruang dihitung berdasarkan dimensi ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu. Nilai k hasil perhitungan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan lampu. Bila nilai k angkanya tidak ada (tidak tepat) pada tabel (lihat lampiran), maka untuk menghitung efisiensi ( $\eta$ ) dengan interpolasi:

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1)$$

Keterangan

$\eta$  = Efisiensi penerangan

$\eta_1$  = Efisiensi penerangan pada ruangan terkecil

$\eta_2$  = Efisiensi penerangan pada ruangan terbesar

k = Indeks ruangan

$k_1$  = Indeks ruang ruangan terkecil

$k_2$  = Indeks ruang ruangan terbesar

Faktor penyusutan/faktor depresiasi ( $K_d$ ) menentukan hasil perhitungan intensitas penerangan. Hal ini disebabkan karena umur lampu; kotoran/debu; dinding yang sudah lama; adanya pengaruh akibat susut tegangan.

$$K_d = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}}$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai yang didapat dari tabel, masih harus dikalikan dengan  $d$ . Faktor depresiasi ini dibagi menjadi tiga golongan utama yaitu :

1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tidak berdebu)
2. Pengotoran biasa
3. Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Oleh karena pengaruh efisiensi lampu ( $K_p$ ) dan pengaruh faktor depresiasi ( $K_d$ ), maka besarnya intensitas penerangan menjadi :

$$E = \frac{F \times \eta}{k_d \times A}$$

Besarnya fluks ( $F$ ) total merupakan perkalian antara jumlah armatur atau lampu dengan fluks cahaya tiap armatur atau lampu.

$$F = n_a \times F_a \text{ atau } F = n_l \times F_l$$

Keterangan

$F$  = Fluks Cahaya Total

$F_a$  = Fluks Cahaya Armatur

$F_l$  = Fluks Cahaya Lampu

$n_a$  = Jumlah Armatur

$n_l$  = Jumlah Lampu

Dengan demikian untuk menentukan jumlah armatur atau jumlah lampu dari suatu ruangan yang akan diberi penerangan buatan dapat dihitung dengan rumus :

$$n = \frac{(E \times A)}{F \times \eta \times k_d}$$

Dimana

$E$  = Intensitas Cahaya (lux)

A = Luas ruangan ( $m^2$ )

F = Fluks Sumber (lumen/lm)

$\eta$  = Efisiensi penerangan

$k_d$  = Koefisien depresiasi

## 2.6 Kelelahan Mata

Kelelahan mata adalah gangguan yang dialami mata karena otot-ototnya yang dipaksa bekerja keras terutama saat harus melihat objek dekat dalam jangka waktu lama (Padmanaba, 2006). Stres pada penglihatan ini bisa menimbulkan dua tipe kelelahan, yaitu kelelahan mata dan kelelahan syaraf (*visual and nenlous fatigue*). Kelelahan mata yang disebabkan oleh stres yang intensif pada fungsi tunggal (*single function*) dari mata. Stres yang persisten pada otot akomodasi (*ciliary muscle*) dapat terjadi pada saat seseorang mengadakan inspeksi pada obyek-obyek yang berukuran kecil dan pada jarak yang dekat dalam waktu yang lama dan stres pada retina dapat terjadi bila terdapat "kontras" yang berlebihan dalam lapangan penglihatan (*visual field*) dan waktu pengamatannya cukup lama. (sinar harapan, 2008)

Kesesuaian intensitas penerangan dengan jenis pekerjaan, pekerjaan yang membutuhkan ketelitian atau pekerjaan yang mengerjakan barang-barang kasar berbeda intensitas penerangan yang dibutuhkan, apabila penerangan tidak sesuai standar akan mengakibatkan kesilauan atau penerangan yang kurang sehingga akan mengganggu ketajaman penglihatan (Cahyono, 2005).

Proses melihat dimulai ketika sebuah benda memantulkan cahaya dan cahaya ini kemudian masuk ke dalam mata melalui kornea, pupil, lensa, dan akhirnya cahaya dipusatkan di retina. Di retina cahaya tadi diubah menjadi muatan-muatan listrik yang kemudian dikirim ke otak melalui serabut saraf penglihatan untuk diproses. Hasil dari kerja otak ini membuat kita melihat benda (Wahyono, 2008).

Pupil atau manik mata berfungsi mengatur cahaya yang masuk dengan mengecil jika cahaya terlalu terang atau melebar jika cahaya kurang. Diagfragma kamera bekerja seperti pupil. Lensa mengatur agar bayangan dapat jatuh tepat di

retina. Retina atau selaput jala, merupakan jaringan tipis di sebelah dalam bola mata. Di retina terdapat jutaan sel saraf yang dikenal sebagai sel batang dan sel kerucut. Sel batang membuat kita mampu melihat dalam keadaan cahaya agak gelap sedang sel kerucut membantu melihat detail saat terang, misalnya membaca, dan melihat warna (Wahyono, 2008).

Pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian tanpa penerangan yang memadai, maka dampaknya akan sangat terasa pada kelelahan mata. Terjadinya kelelahan otot mata dan kelelahan saraf mata sebagai akibat tegangan yang terus menerus pada mata, walaupun tidak menyebabkan kerusakan mata secara permanen, tetapi menambah beban kerja, mempercepat lelah, sering istirahat, kehilangan jam kerja dan mengurangi kepuasan kerja, penurunan mutu produksi, meningkatkan frekuensi kesalahan, mengganggu konsentrasi dan menurunkan produktivitas kerja (Manuaba, 1992).

### **2.6.1 Gejala Kelelahan Mata**

Upaya mata yang berlebih menjadi sebab kelelahan mata. Gejala-gejalanya meliputi sakit kepala, penurunan kemampuan intelektual, daya konsentrasi dan kecepatan berpikir, lebih dari itu bila pekerja mencoba mendekatkan matanya terhadap objek untuk memperbesar ukuran benda, maka akomodasi lebih dipaksa, dan mungkin terjadi penglihatan rangkap atau kabur. (Bambang, 2015)

Menurut Pheasant gejala-gejala seseorang mengalami kelelahan mata yaitu

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Nyeri atau terasa berdenyut disekitar mata | 5. Mata perih           |
| 2. Pandangan Kabur                            | 6. Mata merah           |
| 3. Pandangan Ganda                            | 7. Mata berair          |
| 4. Sulit dalam memfokuskan penglihatan        | 8. Sakit kepala         |
|   | 9. Pusing disertai mual |

## 2.6.2 Pengaruh Intensitas Penerangan Terhadap Kelelahan Mata

Pencahayaan ruangan, khususnya di tempat kerja yang kurang memenuhi persyaratan tertentu dapat memperburuk penglihatan, karena jika pencahayaan terlalu besar atau pun kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang diterima oleh mata. Akibatnya mata harus memicing silau atau berkontraksi secara berlebihan, karena jika pencahayaan lebih besar atau lebih kecil, pupil mata harus berusaha menyesuaikan cahaya yang dapat diterima oleh mata. Pupil akan mengecil jika menerima cahaya yang besar. Hal ini merupakan salah satu penyebab mata cepat lelah. Dampak dari pencahayaan yang tidak memadai itu adalah kelelahan pada mata, namun itu pun bersifat *reversible*. Maksudnya, jika mata mengalami kelelahan, maka dengan melakukan istirahat yang cukup/beristirahat sepulang kerja maka pagi harinya mata akan pulih kembali (Depkes, 2008).

Menurut Bambang (2015), jika pencahayaan buruk akan berdampak negatif langsung terhadap para pekerjanya para pekerjanya berikut akibat-akibat dari pencahayaan yang buruk:

- a. Kelelahan mata dengan berkurangnya daya dan efisiensi kerja
- b. Kelelahan mental
- c. Keluhan-keluhan pegal di daerah mata dan sakit kepala sekitar mata
- d. Kerusakan alat penglihatan
- e. Meningkatkan kecelakaan

Kelelahan pada mata ini ditandai oleh adanya iritasi pada mata atau konjungtivitis (konjungtiva berwarna merah dapat mengeluarkan air mata), penglihatan ganda, sakit kepala, daya akomodasi dan konvergensi menurun, ketajaman penglihatan, kepekaan kontras dan kecepatan persepsi (Dewa, 2008).

Kelelahan mata akibat dari pencahayaan yang kurang baik akan menunjukkan gejala kelelahan mata yang sering muncul antara lain: kelopak mata terasa berat, terasa ada tekanan dalam mata, mata sulit dibiarkan terbuka, merasa enak kalau kelopak mata sedikit ditekan, bagian mata paling dalam terasa sakit, perasaan mata berkedip, penglihatan kabur, tidak bisa difokuskan, penglihatan terasa silau, penglihatan seperti berkabut walau mata difokuskan, mata mudah berair, mata pedih dan berdenyut, mata merah, jika mata ditutup terlihat kilatan

cahaya, kotoran mata bertambah, tidak dapat membedakan warna sebagaimana biasanya, ada sisa bayangan dalam mata, penglihatan tampak ganda, mata terasa panas, mata terasa kering (Pusat Hiperkes dan Keselamatan Kerja, 1995).

### **2.6.3 Faktor Kelelahan Mata**

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelelahan mata, antara lain adalah :

#### **1. Faktor Individu, yaitu :**

Berikut merupakan faktor dalam diri seseorang yang dapat mempengaruhi mata dalam melakukan aktivitas, antara lain :

##### **1. Kelainan Refraksi**

Keadaan bayangan tegas yang tidak dibentuk di retina (*macula lutea*). Pada kelainan refraksi terjadi ketidakseimbangan system optik pada mata sehingga menghasilkan bayangan kabur (Ilyas, 2006). Kelainan refraksi dikenal dalam bentuk sebagai berikut :

##### **a. Miopi**

Miopi atau penglihatan dekat adalah cacat mata yang disebabkan oleh diameter anteroposterior bola mata terlalu panjang sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya jauh akan jatuh di depan retina. Pada myopia orang tidak dapat melihat benda yang jauh, mereka hanya dapat melihat benda yang jaraknya dekat. Untuk cacat seperti itu orang dapat ditolong dengan lensa cekung (negatif)

##### **b. Hipermetropi**

Hipermetropi atau penglihatan jauh adalah cacat mata yang disebabkan oleh diameter anteroposterior yabola mata terlalu pendek sehingga bayang-bayang dari benda yang jaraknya dekat akan jatuh di belakang retina. Pada hipermetropi orang tidak dapat melihat benda yang dekat, mereka hanya dapat melihat benda yang jaraknya jauh. Untuk cacat seperti ini orang dapat ditolong dengan lensa cembung (plus)

c. Astigmatismus

Astigmatismus merupakan kelainan yang disebabkan kecembungan kornea tidak rata atau kelengkungan yang tidak sama, sehingga berkas sinar dibiaskan ke fokus yang berbeda, akibatnya bayang-bayang jatuh tidak pada tempat yang sama. Untuk menolong orang yang cacat seperti ini dibuat lensa silindris, yaitu yang mempunyai beberapa fokus.

d. Presbiopia

Mata dikatakan presbiopia, bila pada usia 40 tahun seseorang dengan penglihatan normal mengalami kesulitan untuk memfokuskan objek-objek dekat. Pada mata presbiopia terjadi penurunan daya akomodasi. Dengan bantuan lensa cembung (lensa plus) maka keluhan tersebut dapat diatasi.

Pada usia 40 tahun *amplitude* akomodasi mata pada seseorang hanya menghasilkan titik dekat sebesar 25 cm. pada jarak ini seseorang yang berusia 40 tahun dengan jarak baca 25 cm akan menggunakan akomodasi maksimal sehingga menjadi lebih lelah. Membaca dengan menjauhkan kertas yang dibacakan memerlukan sinar yang lebih terang. Biasanya diberikan kacamata baca untuk membaca dekat dengan lensa sferis positif yang dihitung berdasarkan *amplitude* pada masing-masing kelompok umur.

2. Usia

Semua makhluk hidup akan mengalami kemunduran dalam hidupnya sesuai dengan bertambahnya usia. Demikian juga dengan mata dapat mengalami perubahan kemunduran karena usia. Bertambahnya usia menyebabkan lensa mata berangsur-angsur kehilangan elastisitasnya, dan agak kesulitan melihat pada jarak dekat. Hal ini akan menyebabkan ketidaknyamanan penglihatan ketika mengerjakan sesuatu pada jarak dekat, demikian pula penglihatan jauh. Makin tua, jarak titik dekat makin panjang. Sekitar umur 40-50 tahun terjadi perubahan yang menyolok, objek-objek

nampak kabur atau timbul perasaan tidak enak atau kelelahan pada waktu mengerjakan pekerjaan-pekerjaan dekat.

### 3. Keturunan

Faktor keturunan yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan penglihatan adalah faktor genetika. Menurut Mahendrastari, R (2006) Faktor genetik keluarga ( $\pm 3$  generasi) berperan sekitar  $\pm 30-35\%$  sedangkan lingkungan sebesar  $70\%$ . Cara penurunan gen mata minus, plus, silinder adalah *irregular penetration* (penetrasi tidak beraturan) yang artinya dapat diturunkan pada tingkat 1, langsung bapak/ibu pada anak atau pada keturunan tingkat 2 atau 3 dan seterusnya, dapat pada anak laki-laki ataupun perempuan. Itu sebabnya ada keluarga yang orang tuanya tidak berkacamata tapi anaknya berkacamata hal tersebut berarti orangtuanya adalah pembawa (*carier*) gen.

### 4. Perilaku yang berisiko terhadap kesehatan mata

Perilaku adalah apa yang dilakukan oleh organisme, baik yang diamati secara langsung ataupun tidak langsung. Perilaku manusia adalah suatu aktivitas dari manusia (Notoadmodjo, 1993). Pada penelitian ini perilaku yang diobservasi adalah perilaku menonton televisi dalam jarak dekat dan membaca dengan posisi tidur. Perilaku-perilaku tersebut akan menimbulkan tekanan pada mata dan susunan saraf mata yang dapat menimbulkan refraksi mata (Elias, 1991). Pekerja yang mempunyai kelainan refraksi pada mata akan melihat sesuatu menjadi tidak fokus. Pada kelainan refraksi mata akan menyebabkan penglihatan menjadi kabur dan sulit . bila keadaan ini berlangsung lama akan menimbulkan kelelahan visual.

## 2. Faktor Lingkungan

Berikut beberapa pendapat mengenai faktor lingkungan yang mempengaruhi mata dalam beraktivitas.

1. Menurut Stephen Pheasant (1991), kemudahan seseorang untuk melihat suatu objek kerja di lingkungan kerja sangat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain:

a. Tingkat Pencahayaan (*Illumination Levels*)

Kemudahan untuk melihat suatu objek kerja dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan yang baik, karena semakin tinggi tingkat pencahayaan maka akan semakin mudah seseorang untuk melihat suatu objek kerja. Tingkat pencahayaan yang baik memungkinkan seseorang untuk bekerja dengan efisiensi kerja yang maksimal.

b. Ukuran Objek Kerja

Ukuran objek kerja berkaitan dengan penglihatan, semakin besar ukuran suatu objek kerja maka semakin rendah kemampuan mata yang diperlukan untuk melihat objek tersebut. Sedangkan untuk ukuran objek yang kecil diperlukan kemampuan mata yang lebih untuk dapat melihat dengan fokus yang baik, akibatnya ketegangan akomodasi konvergensi akan bertambah sehingga akan menimbulkan kelelahan mata.

c. Bentuk Objek Kerja

Bentuk objek kerja yang sederhana akan lebih mudah dikenali dan diinterpretasikan daripada objek kerja yang sangat rumit.

d. Kekontrasan

Kemudahan untuk melihat suatu objek kerja serta kejelasan dalam melihat objek kerja dipengaruhi oleh kekontrasan. Kontras yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kesilauan. Objek kerja atau benda yang berwarna gelap dengan latar belakang terang lebih mudah dilihat dibanding benda berwarna terang dengan latar belakang gelap kecuali pada tingkat pencahayaan yang buruk (kurang dari 10 *lux*). Kekontrasan warna dapat meningkatkan kejelasan untuk melihat objek.

e. Lama Waktu Untuk Melihat Objek kerja

Mata memerlukan waktu untuk melihat suatu objek kerja agar lebih fokus, objek kerja yang terlalu kecil dan dengan bentuk yang sangat rumit akan memerlukan waktu yang lama agar penglihatan lebih fokus.

f. Jarak Melihat Ojek Kerja

Mata manusia mempunyai garis sudut pandang normal sebesar  $15^{\circ}$  dan dapat melebar sampai dengan  $60^{\circ}$ . Sedangkan kemampuan mata normal untuk dapat membaca huruf hasil printer sejauh kurang lebih 400 ( $\pm 50$ ) mm. pekerja yang bekerja dengan computer direkomendasikan jauhnya lapang pandang antara 350-700 mm.

2. Menurut Padmanaba (2006) kelelahan mata dapat dipengaruhi dari kuantitas iluminasi, kualitas iluminasi dan distribusi cahaya.
  - a. Kualitas iluminasi adalah tingkat pencahayaan yang dapat berpengaruh pada kelelahan mata, penerangan yang tidak memadai akan menyebabkan otot iris mengatur pupil sesuai dengan intensitas penerangan yang ada.
  - b. Kualitas iluminasi, meliputi jenis penerangan, sifat fluktuasi serta warna penerangan yang digunakan.
  - c. Distribusi cahaya yang kurang baik di lingkungan kerja dapat menyebabkan kelelahan mata. Distribusi cahaya yang tidak merata sehingga menurunkan efisiensi ketajaman penglihatan dan kemampuan membedakan kontras.

### 3. Faktor Pekerjaan

a. Masa Kerja

*Encyclopedia of Occupational Health and Safety* (1998) adanya keluhan gangguan mata rata-rata setelah pekerja bekerja dengan masa kerja berkisar lebih dari 3-4 tahun. Dengan demikian pekerja yang bekerja lebih dari tiga tahun akan mempunyai risiko lebih cepat terjadi kelelahan mata dibandingkan dengan pekerja dengan lama kerja kurang dari atau sama dengan tiga tahun.

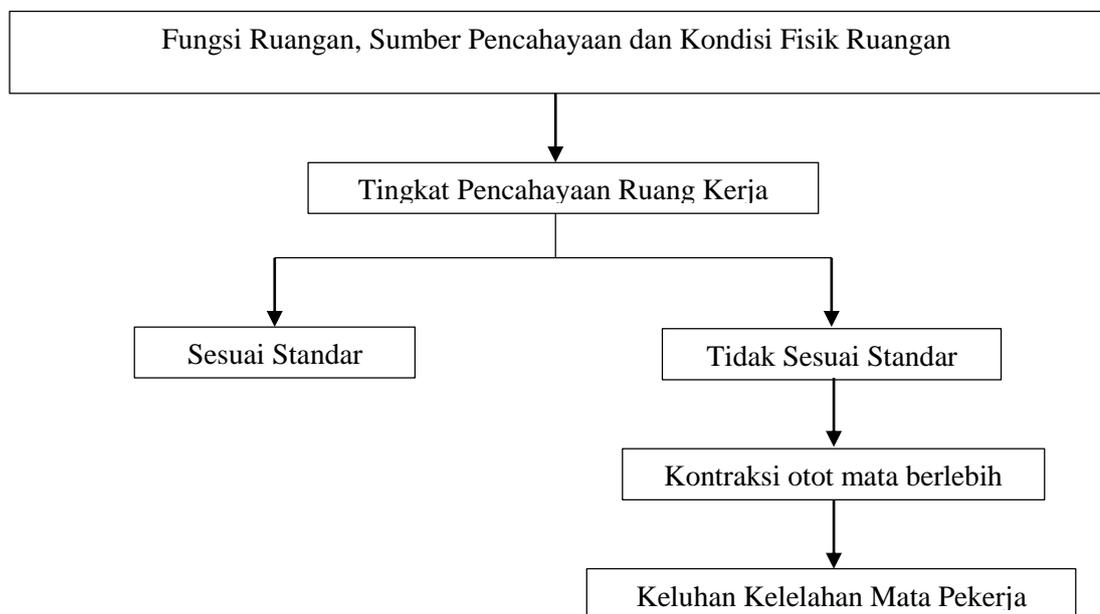
Pada penelitian Sommer dkk untuk mengetahui mekanisme adaptasi air mata pada iklim kerja dalam Roestijiwati (2007) mendapatkan prevalensi mata kering meningkat pada pekerja dengan masa kerja 3-4 tahun.

b. Durasi Kerja

Yang dimaksud dengan durasi kerja dalam hal ini adalah lamanya seseorang pekerja terpajan oleh sesuatu faktor risiko, yang dapat diukur berdasarkan menit atau jam per hari dari suatu risiko. Durasi kerja dapat pula timbul beberapa tahun kemudian setelah pekerja mengalami pajanan sebelumnya. Secara umum seseorang pekerja yang mengalami durasi kerja dan terpajan lebih besar, akan mengalami tingkat risiko yang besar pula.

## 2.7 Kerangka Teori

Dalam penelitian ini kerangka teori yang akan digunakan adalah pengembangan dan penggabungan dari beberapa pendapat ahli serta penelitian sebelumnya. Dengan mengikuti tinjauan pustaka yang sudah dijelaskan sebelumnya, yang mengatakan bahwa tingkat pencahayaan suatu ruangan dipengaruhi beberapa faktor seperti fungsi ruangan, sumber pencahayaan dan kondisi ruangan itu sendiri. Tingkat pencahayaan pun diindikasikan dapat berpengaruh terhadap adanya keluhan kelelahan mata.



**Gambar 2.9** Kerangka Konsep Teori

## 2.8 Ringkasan Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa hasil penelitian mengenai tingkat pencahayaan dan keluhan kelelahan mata yang telah dilakukan sebelumnya untuk dijadikan literatur atau sumber sebagai acuan ataupun rekomendasi dalam penelitian saat ini. Beberapa hasil penelitian tersebut terangkum dalam **Tabel 2.3**

**Tabel 2.3** Ringkasan Hasil Penelitian

No	Judul Skripsi/ Tesis	Hasil Penelitian
1	Evaluasi Kualitas Penerangan dan Penentuan Letak Lampu Serta Jenis Lampu Pada Ruang Perkuliahan E2 Fakultas Teknik Universitas Negri Semarang 2009	Dari hasil penelitian kualitas penerangan di ruang perkuliahan gedung E2 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, menunjukkan bahwa secara umum kualitas penerangan di ruang perkuliahan E2 tidak sesuai dengan standar, dalam hal ini berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya pemakaian armatur dan jenis lampu pada ruang perkuliahan saat ini kurang sesuai dengan standar serta warna tembok yang kusam dan langitlangit yang kurang terawat sehingga dapat mempengaruhi kuat penerangan yang sampai pada bidang kerja.
2	Evaluasi Kualitas Pencahayaan Pada Ruang Perkuliahan Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau	Pencahayaan di ruang perkuliahan Gedung C Fakultas Teknik Universitas Riau tidak sesuai standar minimum yang yang diperbolehkan di ruang perkuliahan yaitu 250 lux. Kuat pencahayaan tertinggi 143,8 lux di ruang 304 dan terendah 103,4 lux di ruang 314

No	Judul Skripsi/ Tesis	Hasil Penelitian
3	<p>Analisis Bahaya Fisik :            Hubungan Tingkat            Pencahayaan Dan            Keluhan Kelelahan            Mata Pekerja Pada Area            Perkanoran Health,            Safety, And            Enviromental (HSE)            PT. Pertamina RU VI            Balongan Tahun 2015</p>	<p>Tidak terdapat hubungan antara hampir seluruh faktor subjektif dengan keluhan kelelahan mata, kecuali faktor kebiasaan buruk. Terdapat hubungan antara mata sering dikucek dengan kualitas pencahayaan cukup terang, dan penglihatan rangkap dengan pencahayaan terang.</p>
4	<p>Analisis Tingkat            Pencahayaan dan            Keluhan Kelelahan            Mata Pada Pekerja Di            Area Produksi Pelumas            Jakarta PT Pertamina            Tahun (PERSERO)            Tahun 2012</p>	<p>Tidak terdapat hubungan antara faktor lingkungan, faktor pekerjaan dan karakteristik pekerja dengan keluhan kelelahan mata. Namun keluhan kelelahan mata dirasakan dan dialami oleh pekerja lebih disebabkan oleh faktor lingkungan, dimana 84.4% kondisi pencahayaan kurang baik dan 97.5% pekerja mengalami keluhan kelelahan mata.</p>

## BAB III

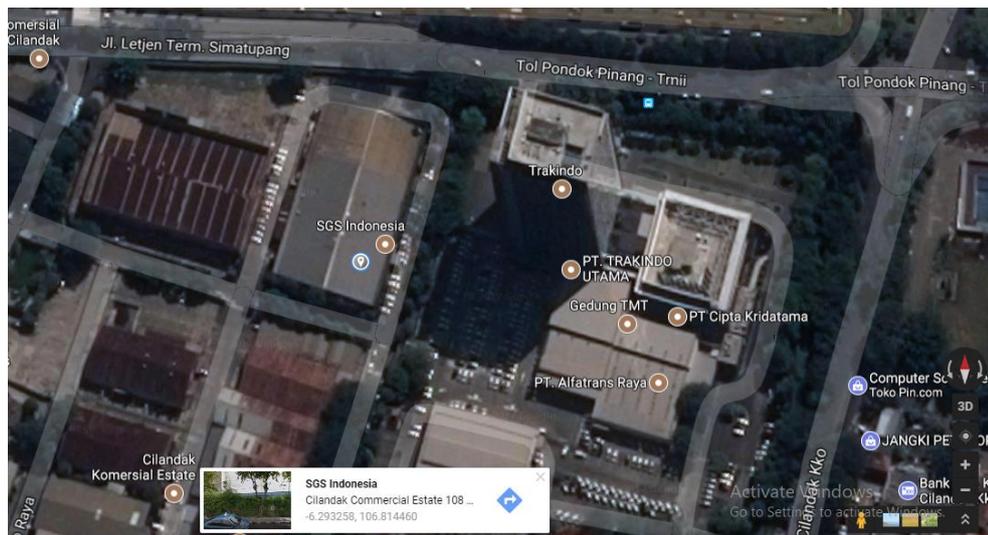
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi deskriptif kualitatif terhadap data yang diperoleh langsung dari unit HSE PT. SGS Indonesia berupa data pengukuran intensitas cahaya di area Laboratorium CRS bulan Agustus 2017 sebagai data sekunder dan kuisisioner yang diisi oleh pekerja di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia tahun 2017.

#### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia yang berlokasi di Kawasan Komersial Cilandak Gedung 108C, Jl. Cilandak KKO Raya, Jakarta Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Desember 2017, sedangkan untuk pengambilan data dilakukan selama bulan Agustus – November 2017.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi PT. SGS Indonesia

### **3.3 Populasi dan Sampel**

#### **a. Populasi**

Populasi pekerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja yang aktifitas kerjanya berada pada area CRS PT. SGS Indonesia dengan total pekerja sebanyak 77 orang.

#### **b. Sampel**

Sampel penelitian diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti sendiri berdasarkan ciri atau sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya. Sedangkan untuk mengendalikan variabel perancunya dengan menggunakan metode *restriksi*. *Restriksi* merupakan suatu metode untuk membatasi subyek penelitian menurut kriteria tertentu yang disebut kriteria eligibilitas. Dua jenis kriteria eligibilitas tersebut yaitu kriteria *inklusi* dan *eksklusi*. (Bhisma Murti, 2010:36).

Adapun kriteria *inklusi* dalam penelitian ini yaitu memilih responden yang bekerja di ruangan dengan tingkat pencahayaan di bawah standar, berumur 20-45 tahun, masa kerja minimal 1 tahun per Agustus 2017, 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Sedangkan kriteria *eksklusi* yaitu pekerja yang tidak terlibat secara langsung dalam proses kegiatan di ruangan-ruangan dengan tingkat pencahayaannya di bawah standar namun aktivitas kerjanya berada di area laboratorium CRS seperti *cleaning service*.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

Kegiatan penelitian ini dirancang terdiri dari beberapa tahapan penelitian, antara lain:

1. Identifikasi permasalahan yang terjadi di PT. SGS Indonesia, yaitu dengan melihat data hasil pengukuran pencahayaan untuk area Laboratorium CRS bulan Agustus 2017 dan melakukan pengamatan langsung ke lapangan.
2. Setelah mengetahui permasalahan peneliti melakukan studi literatur dan wawancara ke pihak terkait mengenai masalah yang ada.

3. Kemudian setelah melakukan studi literatur dan wawancara, dilakukan observasi kondisi ruangan-ruangan yang berada di area Laboratorium CRS khususnya yang memiliki nilai tingkat pencahayaan yang berada di bawah nilai ambang batas.
4. Untuk mengetahui indikasi adanya keluhan kelelahan mata pekerja akibat kurangnya tingkat pencahayaan di area Laboratorium CRS dilakukan survey melalui penyebaran kuisioner subjektif terhadap sampel yang telah ditentukan sebelumnya.
5. Hasil pengamatan ruangan yang memiliki nilai pencahayaan dibawah nilai ambang batas berupa kondisi fisik ruangan, fungsi utama ruangan, jenis lampu dan amatur yang digunakan. Selanjutnya, hasil pengamatan tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan pencahayaan optimal. Hasil sampling berupa kuisioner kemudian diolah secara statistik dengan metode analisis bivariat menggunakan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS).
6. Data-data yang telah dihitung kemudian dianalisis lebih lanjut. Hasil data kondisi ruangan digunakan sebagai rekomendasi kepada perusahaan sebagai salah satu tindakan perbaikan. Data hasil kuisioner dianalisis untuk melihat dampak antara tingkat pencahayaan dan keluhan kelelahan mata.

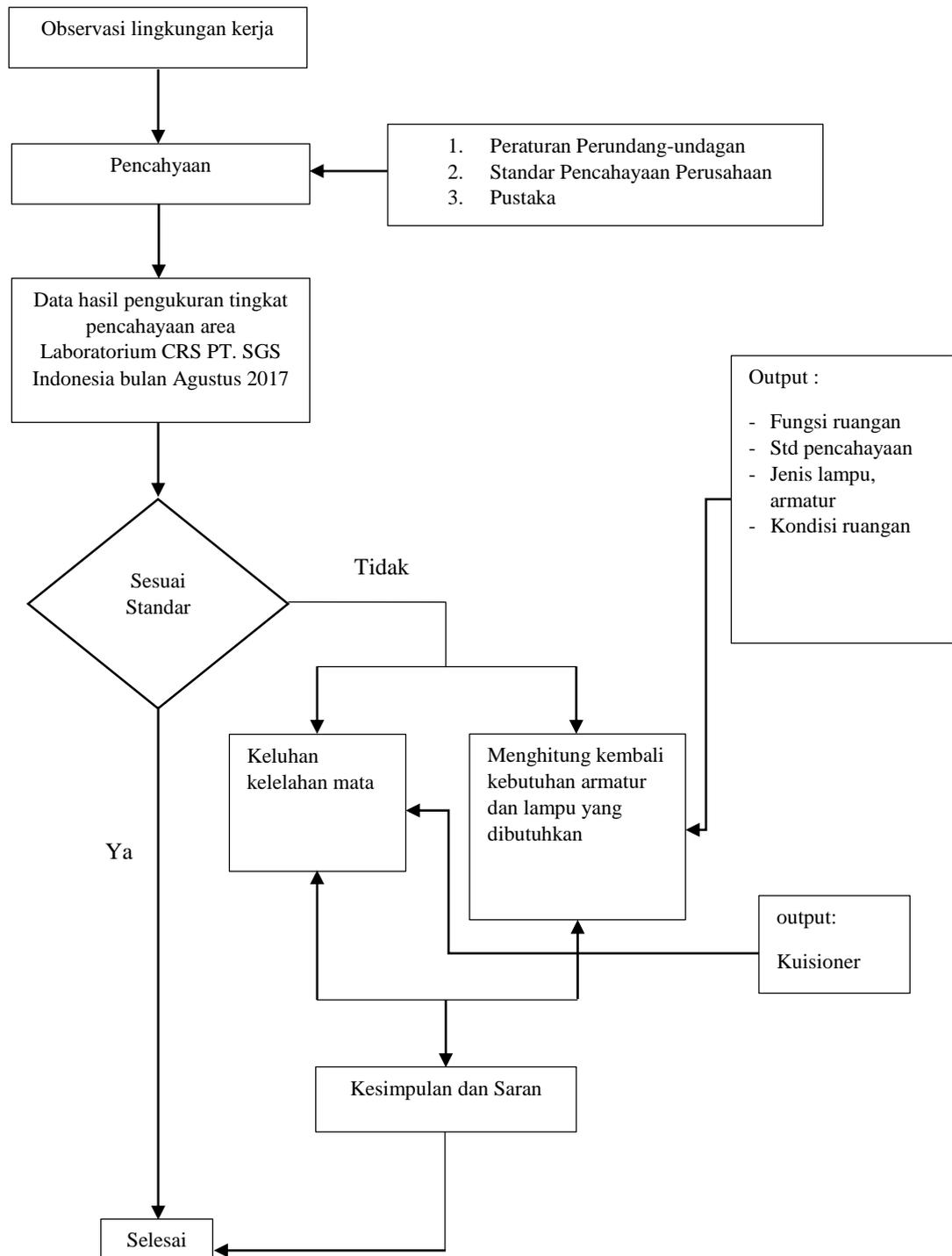
### **3.5 Kerangka Penelitian**

Berdasarkan hasil diskusi dengan bagian QHSE dan hasil data pengukuran pencahayaan yang dilakukan secara langsung pada bulan Agustus 2017 di area kerja Laboratorium CRS ditemukan beberapa ruangan memiliki nilai hasil pengukuran tingkat pencahayaan yang berada dibawah nilai ambang batas. Mengingat bahwa intensitas cahaya dan kelelahan mata memiliki pengaruh terhadap produktifitas dari pekerja, konsentrasi, dan penyakit akibat kerja. Selain itu belum adanya tindakan khusus terhadap salah satu bahaya fisik lingkungan kerja ini selain melakukan inspeksi secara rutin. Oleh karena itu, dibutuhkan evaluasi terhadap permasalahan tersebut untuk mendapatkan rekomendasi penyelesaian masalah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan pencahayaan pada ruangan-ruangan yang memiliki tingkat pencahayaan dibawah nilai ambang batas. Serta menganalisis adanya tidaknya keluhan kelelahan mata pekerja sebagai dampak kurangnya intensitas pencahayaan di area laboratorium CRS PT. SGS Indonesia. Evaluasi pencahayaan pada ruangan yang tingkat pencahayaannya kurang dari persyaratan dilakukan dengan mengkaji kembali kebutuhan pencahayaan pada ruangan tersebut dengan menghitung kembali kebutuhan pencahayaan yang sesuai dengan nilai standar minimum yang digunakan. Adapun pengukuran dampak dilakukan dengan melakukan survey dengan media kuisisioner terhadap sampel yaitu karyawan yang bekerja di area laboratorium CRS. Hasil kuisisioner akan dianalisis menggunakan SPSS untuk mengetahui apakah dampak kurangnya intensitas pencahayaan berpengaruh terhadap keluhan kelelahan mata pekerja.

Tahapan awal penelitian ini dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada dengan melihat data hasil pengukuran tingkat pencahayaan bulan Agustus 2017 dan mewawancarai pihak terkait untuk mengetahui kemungkinan apa saja yang menyebabkan tingkat pencahayaan berada dibawah NAB. Selanjutnya setelah mengetahui dampak yang mungkin timbul dari rendahnya tingkat pencahayaan di area kerja, penulis melakukan studi literatur untuk menggali informasi lebih mengenai sistem pencahayaan dan faktor-faktor penyebab kelelahan mata. Evaluasi pencahayaan pada ruangan yang tingkat pencahayaannya kurang dari NAB dilakukan dengan mengkaji kembali kebutuhan pencahayaan pada ruangan tersebut dengan menghitung kembali kebutuhan pencahayaan yang sesuai. Dengan data kondisi fisik ruangan, jenis lampu dan armatur serta nilai standar minimum yang digunakan dapat dilakukan perhitungan kebutuhan pencahayaan yang diperlukan. Untuk analisis keluhan kelelahan mata peneliti melakukan survey dengan menyebar kuisisioner ke beberapa pekerja sebagai sampel yang bekerja di area laboratorium CRS PT. SGS Indonesia. Survey kuisisioner dilakukan untuk melihat hubungan antara tingkat pencahayaan dan keluhan kelelahan mata. Variabel kuisisioner yang diukur terdiri dari variabel dependen dan independen. Variabel dependen berupa

keluhan kelelahan mata. Variabel independen meliputi faktor karakteristik pekerja terdiri dari usia, lama kerja, riwayat gangguan kesehatan mata, dan perilaku yang berisiko terhadap kesehatan mata. Variabel independen lainnya berupa faktor lingkungan kerja yang mencakup tingkat pencahayaan ditempat kerja dan kondisi sumber pencahayaan di tempat kerja. Hasil data kuesioner tersebut kemudian diolah dengan SPSS berdasarkan variabel yang telah ditentukan. Hasil data analisis yang akan diperoleh berupa ada atau tidaknya hubungan antara faktor karakteristik pekerja dan keluhan kelelahan mata serta hubungan antara faktor lingkungan dan keluhan kelelahan mata. Dalam penelitian ini beberapa konsep dan pemikiran pelaksanaan studi dipaparkan dalam sebuah konsep terstruktur berupa kerangka penelitian yang memuat keseluruhan kegiatan sampai terciptanya hasil yang diharapkan, dapat dilihat pada gambar **3.2**.



**Gambar 3.2** *Flow Chart* Penelitian

### 3.6 Teknik Pengumpulan Data

#### 3.6.1 Pengumpulan Data Primer

1. Karakteristik Pekerja ( Usia, Riwayat Gangguan Kesehatan Mata, Perilaku Berisiko terhadap Kesehatan Mata) dan Faktor Pekerjaan (lama kerja)

Data-data tersebut di atas diperoleh dari responden yang merupakan pekerja rutin di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia sampai bulan agustus tahun 2017 dengan menggunakan kuisisioner dengan pertanyaan tertutup yang memuat variabel dependen dan variabel independen agar responden lebih mudah menjawab pertanyaan yang diajukan.

**Tabel 3.1** Konsep Pengumpulan Data Karakteristik Pekerja

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur
Usia	Lama hidup seseorang terhitung sejak lahir hingga pengambilan data dan dinyatakan dalam tahun	Wawancara	Kuisisioner	1. $\geq 40$ Tahun 2. $< 40$ Tahun
Lama Kerja	Lama responden bekerja sejak masuk hingga pengambilan data dan dinyatakan dalam tahun.	Wawancara	Kuisisioner	1. $> 3$ Tahun 2. $\leq 3$ Tahun

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>	<b>Cara Ukur</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Hasil Ukur</b>
Riwayat Gangguan Kesehatan Mata	Penyakit atau gangguan pada mata yang diderita atau yang pernah diderita oleh responden	Wawancara	Kuisisioner	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada, jika responden pernah mengalami salah satu penyakit atau gangguan mata.</li> <li>2. Tidak ada, jika tidak pernah mengalami salah satu penyakit atau gangguan mata.</li> </ol>
Perilaku Berisiko terhadap Kesehatan Mata	Sesuatu yang dikerjakan responden dan menjadi kebiasaan yang tidak baik dalam hubungannya dengan masalah mata seperti membaca dalam posisi tidur atau menonton televisi dalam jarak terlalu dekat.	Wawancara	Kuisisioner	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ada, jika responden memiliki salah satu perilaku yang berisiko terhadap kesehatan mata.</li> <li>2. Tidak ada, jika responden tidak memiliki salah satu perilaku yang berisiko terhadap kesehatan mata.</li> </ol>

## 2. Lingkungan Kerja (Tingkat Pencahayaan, Kondisi Sumber Pencahayaan)

Data-data tersebut di atas diperoleh dari responden yang merupakan pekerja di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia tahun 2017 dengan menggunakan kuisisioner dengan pertanyaan tertutup yang memuat variabel dependen dan variabel independen agar responden lebih mudah menjawab pertanyaan yang diajukan.

**Tabel 3.2** Konsep Pengumpulan Data Lingkungan Kerja

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>	<b>Cara Ukur</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Hasil Ukur</b>
Tingkat Pencahayaan	Jumlah cahaya yang diterima di area titik dilakukannya pengukuran dan dinyatakan dengan lux, diukur pada meja pekerja atau tempat diletakkannya	Pengukuran langsung	<i>Lux meter</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak memenuhi standar</li> <li>2. Memenuhi standar</li> </ol>
Kondisi Sumber Pencahayaan	Kondisi lampu sebagai sumber pencahayaan buatan yang ada di area kerja, apakah ada lampu yang berkedip dan apakah dilakukan pemeliharaan terhadap lampu	Wawancara	Kuisisioner	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak Baik, jika kondisi lampu berkedip, mati, dan tidak dibersihkan , atau salah satunya.</li> <li>2. Baik, jika kondisi lampu tidak berkedip dan dibersihkan</li> </ol>

### 3. Keluhan Kelelahan Mata

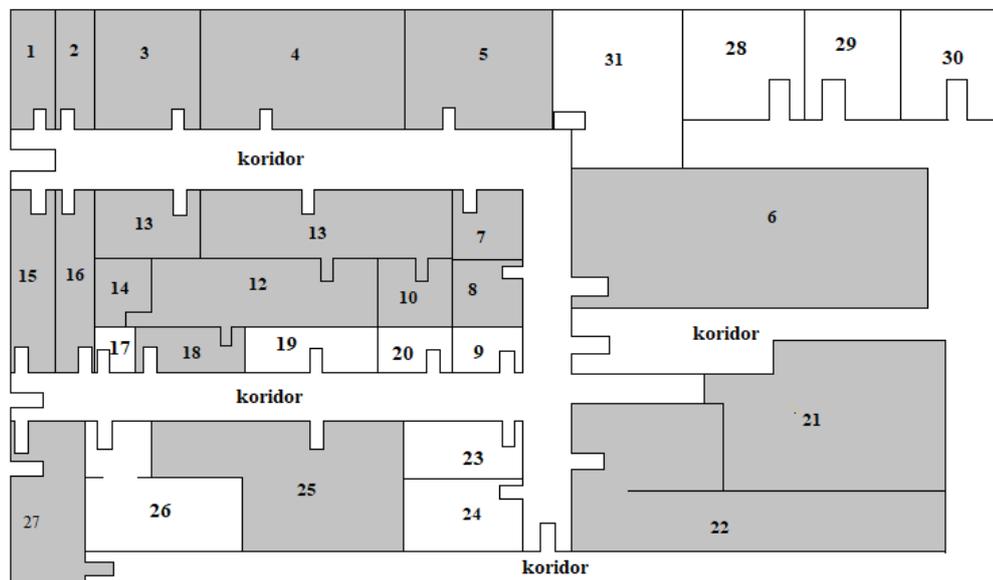
Data-data tersebut di atas diperoleh dari responden yang merupakan pekerja di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia tahun 2017 dengan menggunakan kuisisioner dengan pertanyaan tertutup yang memuat variabel dependen dan variabel independen agar responden lebih mudah menjawab pertanyaan yang diajukan.

**Tabel 3.3** Konsep Pengumpulan Data Keluhan Kelelahan Mata

<b>Variabel</b>	<b>Definisi Operasional</b>	<b>Cara Ukur</b>	<b>Alat Ukur</b>	<b>Hasil Ukur</b>
Keluhan Kelelahan Mata	Gangguan pada mata yang dirasakan pekerja dengan tanda-tanda penglihatan kabur, rangkap, nyeri kepala, mata merah, mata terasa perih, tegang, dan mata mengantuk	Wawancara	Kuisisioner	1. Mengalami keluhan kelelahan mata, jika pekerja mengalami salah satu atau lebih gejala keluhan kelelahan mata. 2. Tidak Mengalami keluhan kelelahan mata, jika pekerja tidak mengalami salah satu gejala keluhan kelelahan mata

### 3.6.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini berupa data hasil pengukuran tingkat pencahayaan Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia Cilandak-Jakarta untuk bulan Agustus tahun 2017. Terdapat 30 ruangan di area Laboratorium CRS, namun pengukuran tingkat pencahayaan yang dilakukan observasi hanya dilakukan pada 21 ruangan (diberi label warna abu-abu) dengan alasan ruangan-ruangan tersebut merupakan area kerja pekerja yang hampir ditempati selama delapan jam kerja. Denah ruang dan titik sampling ditunjukkan pada **Gambar 3.3**



**Gambar 3.3** Denah dan Lokasi Titik Sampling Pengukuran Tingkat Pencahayaan di Area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia

Keterangan gambar :

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. ICP OES Room            | 9. Chemical Storage Room                |
| 2. ICP MS Room             | 10. Weighing Room                       |
| 3. GC 2 Room               | 11. General Chemical Room (in front of) |
| 4. LC 1 Room               | 12. General Chemical Room (middle)      |
| 5. Organic Room            | 13. GC 1 Room                           |
| 6. Microbiology Room       | 14. General Chemical Admin Room         |
| 7. LC 2 Room               | 15. AAS Room                            |
| 8. Microbiology Admin Room |   |

- |  |  |
|--|--|
| 16. <i>Inorganic Room</i>                | 25. <i>Reporting and Classification Room</i> |
| 17. <i>Hot Room</i>                      |  |
| 18. <i>General Chemical Washing Area</i> | 26. <i>Ruang Pembakaran</i>                  |
| 19. <i>Fiber Room</i>                    | 27. <i>CRS Reception Sample Area</i>         |
| 20. <i>ELISA Room</i>                    | 28. <i>Woman Toilet</i>                      |
| 21. <i>Physical Lab</i>                  | 29. <i>Man Toilet</i>                        |
| 22. <i>Textile Preparation Room</i>      | 30. <i>Storage Room</i>                      |
| 23. <i>Consumable Room</i>               | 31. <i>Evaporation Room</i>                  |
| 24. <i>Dark Room</i>                     |  |

Data profil ruangan berupa ukuran ruangan, jenis lampu yang digunakan dan dan dokumen perusahaan pendukung serta studi kepustakaan literatur yang terkait dengan penelitian ini, yaitu mengenai pencahayaan di tempat kerja dan keluhan kelelahan mata pada pekerja.

### **3.7 Metode Pengolahan Data**

#### **3.7.1 Kebutuhan Pencahayaan Ruang**

Dalam penelitian ini, penulis sekaligus peneliti mengevaluasi sistem pencahayaan untuk jenis ruangan yang menggunakan sistem penerangan semi langsung. Metode perhitungan yang digunakan menggunakan metode lumen.

Indeks ruang atau indeks bentuk (*k*) menyatakan perbandingan antara ukuran-ukuran suatu ruangan berbentuk bujur sangkar yang dapat dirumuskan.

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

Keterangan

*k* = Indeks ruang

*P* = Panjang ruang (m)

*L* = Lebar ruang (m)

*h* = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

sedangkan untuk mencari tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja dapat digunakan rumus di bawah ini :

$$h = h_r - h_{bk}$$

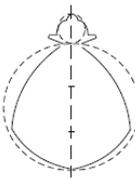
Dimana

$h$  = Tinggi sumber cahaya di atas bidang kerja (m)

$h_r$  = Tinggi ruangan (m)

$h_{bk}$  = Tinggi bidang kerja (m)

Efisiensi penerangan ini ditentukan oleh jenis armatur lampu yang digunakan, indeks ruang, faktor refleksi dinding, langit-langit dan lantai serta faktor depresiasi. Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis armatur untuk penerangan sebagian besar langsung.

Armatur penerangan sebagian besar langsung	$v$	Efisiensi penerangan untuk keadaan baru										Faktor depresiasi untuk masa pemeliharaan					
		$k$	$r_w$	$r_p$	0,7			0,5			0,3			1 tahun	2 tahun	3 tahun	
					0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1				
	%		$r_m$	0,1			0,1										
GCB	0,5	0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20							
2 x TLF 36 W	0,6	0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25							
	0,8	0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33							
	1	0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39							
	1,2	0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43							
	1,5	0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48							
	22	2	0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53						
	↑ 2,5	0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57							
	87	3	0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59						
	↓ 4	0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62							
	65	5	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64						

**Gambar 3.4** Tabel Efisiensi Penerangan untuk Armatur Penerangan Semi Langsung

Sumber: Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1

Indeks ruang dihitung berdasarkan dimensi ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu. Nilai  $k$  hasil perhitungan digunakan untuk menentukan nilai efisiensi penerangan lampu. Bila nilai  $k$  angkanya tidak ada (tidak tepat) pada tabel (lihat lampiran), maka untuk menghitung efisiensi ( $\eta$ ) dengan interpolasi:

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$

Dimana

$\eta$  = Efisiensi penerangan

$\eta_1$  = Efisiensi penerangan pada ruangan terkecil

$\eta_2$  = Efisiensi penerangan pada ruangan terbesar

k = Indeks ruangan

$k_1$  = Indeks ruang ruangan terkecil

$k_2$  = Indeks ruang ruangan terbesar

Faktor penyusutan/faktor depresiasi ( $K_d$ ) menentukan hasil perhitungan intensitas penerangan. Hal ini disebabkan karena umur lampu; kotoran/debu; dinding yang sudah lama; adanya pengaruh akibat susut tegangan.

$$K_d = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadaan baru}}$$

Untuk memperoleh efisiensi penerangan dalam keadaan dipakai, nilai yang didapat dari tabel, masih harus dikalikan dengan d. Faktor depresiasi ini dibagi menjadi tiga golongan utama yaitu:

1. Pengotoran ringan (daerah yang hampir tidak berdebu)
2. Pengotoran biasa
3. Pengotoran berat (daerah banyak debu)

Dalam penelitian ini faktor penyusutan/ depresiasi yang digunakan adalah pengotoran biasa/ sedang dengan nilai 0,8. Oleh karena pengaruh efisiensi lampu ( $\eta$ ) dan pengaruh faktor depresiasi ( $K_d$ ), maka besarnya intensitas penerangan menjadi:

$$E = \frac{F \times \eta}{k_d \times A}$$

Besarnya fluks (F) total merupakan perkalian antara jumlah armatur atau lampu dengan fluks cahaya tiap armatur atau lampu.

$$F = n_a \times F_a \text{ atau } F = n_l \times F_l$$

Keterangan

F = Fluks Cahaya Total

$F_a$  = Fluks Cahaya Armatur

$F_l$  = Fluks Cahaya Lampu

$n_a$  = Jumlah Armatur

$n_l$  = Jumlah Lampu

Dengan demikian untuk menentukan jumlah armatur atau jumlah lampu dari suatu ruangan yang akan diberi penerangan buatan dapat dihitung dengan rumus :

$$n = \frac{(E \times A)}{F \times \eta \times k_d}$$

Dimana

E = Intensitas Cahaya (lux)

A = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

F = Fluks Sumber (lumen/lm)

$\eta$  = Efisiensi penerangan

$k_d$  = Koefisien depresiasi

### 3.7.2 Data Kuisioner

Data yang telah terkumpul, kemudian diolah dengan tahapan sebagai berikut :

1. *Editing* atau penyuntingan data, dalam hal ini data yang terkumpul diperiksa kelengkapannya, apakah ada kejanggalan data lalu disusun urutannya dan dilihat apakah terdapat kesalahan dalam pengisian serta bagaimana konsistensi jawaban dari tiap pertanyaan pervariabelnya.
2. *Coding data*, merupakan proses mengklasifikasi data dan memberi kode atau skor untuk masing-masing data. Dilakukan dengan meangubah data berbentuk huruf menjadi angka untuk memudahkan proses pengolahan data selanjutnya.
3. *Entry data*, merupakan proses memasukan data/input data yang telah ditentukan kode atau skornya dari kuisioner ke paket program komputer, dalam hal ini peneliti menggunakan program statistic (*Statistical Product and Service Solution*)

### 3.8 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel independen (usia, lama kerja, riwayat kesehatan mata, perilaku yang berisiko terhadap kesehatan mata, tingkat pencahayaan dan kondisi sumber pencahayaan) dengan variabel dependen berupa keluhan kelelahan mata. dengan uji kemaknaan 5%. Analisis bivariat dilakukan dengan menggunakan metode *chi-square*. Dengan hipotesis :

- a)  $H_0$  : Tidak Terdapat hubungan antara tingkat pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata pekerja.
- b)  $H_1$  : Terdapat hubungan antara tingkat pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata.

Jika *Sig Value* > 0,05 artinya secara statistik tidak terdapat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen ( $H_0$  diterima), sedangkan jika *Sig Value* < 0,05 artinya ada hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen ( $H_0$  ditolak).

Rumus umum uji statistik :

$$X^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Keterangan :

$X^2$  = *Chi-Square*

O = Nilai Observasi

E = Nilai Ekspektasi

b = Jumlah Baris

k = Jumlah Kolom

Df = (b-1).(k-1)

Sig = > 0.5



## BAB IV

### GAMBARAN PERUSAHAAN

#### 4.1 Sejarah Singkat PT. SGS Indonesia

SGS didirikan di Rouen pada tahun 1878, di bawah naungan dari Goldstöck Hainzé & Co. Perusahaan ini dikenal pertama kali dengan nama *Société Générale de Surveillance* di Geneva pada tahun 1919. Perkembangannya berkelanjutan melalui penggabungan dari berbagai perusahaan yang hingga 2002 mendapatkan tingkat otonomi yang sangat baik. SGS tercatat mulai dipublikasikan pada tahun 1985. Kemudian struktur perusahaan dengan saham tunggal diperkenalkan pada tahun 2001. SGS merupakan perusahaan persero dengan 4 pemegang saham tertinggi yaitu August von Finck and family (23,7 %), IFIL investment (14,1 %), Allianz SE (7,4 %), FMR Corp (5,57 %).

SGS grup merupakan organisasi terbesar di dunia dalam bidang verifikasi, pengujian dan sertifikasi. Sejak didirikan pada tahun 1878, saat ini cabang SGS sudah dikenal secara global dengan standar tertinggi untuk keahlian, mutu dan integritas. SGS sebagai grup global memiliki 63.000 pegawai, 1000 kantor dan lebih dari 320 laboratorium di 146 negara. SGS grup adalah pemimpin kuat dalam verifikasi dan jasa pengawasan dalam perdagangan internasional dalam bidang pertanian, mineral, minyak, gas bumi, kimia dan produk pelayanan jasa sama seperti dalam bidang sertifikasi dan pelayanan kepada institusi pemerintah dan internasional. SGS juga menawarkan jasa strategi kepada industri, lingkungan, logistik dan sektor kesehatan.

PT. SGS Indonesia adalah salah satu bagian dari perusahaan SGS grup yang telah memberikan pelayanan di Indonesia lebih dari 12 tahun. Pada tahun 1985, SGS memulai usahanya di Indonesia dengan penandatanganan program inspeksi sebelum pengiriman (*Pre Shipment Inspection/PSI*) untuk Pemerintah Indonesia. Pada Juli 1995, PT. SGS Indonesia menjadi perusahaan swasta pertama, perusahaan

inspeksi independen dengan 100% kepemilikan saham asing. Pada tahun 2001, SGS bagian mineral mengakuisisi perusahaan Australia bernama SSL, yang sekarang menjadi PT. SGS Indo Assay. Pertengahan 2005, PT. SGS Indonesia menjalankan 2 unit bisnis, yaitu SSL dan mineral (GeoChem). Saat ini PT. SGS Indonesia bergerak pada 6 sektor bisnis dan akan terus mengembangkan ruang lingkup jasa ke beberapa sektor bisnis lainnya. Pada Agustus tahun 2007, berdirilah Multi Lab SGS yang berlokasi di Kawasan Komersial Cilandak, Jakarta.

#### **4.2 Tugas dan Fungsi**

Ruang lingkup bisnis PT. SGS Indonesia memperluas dan merefleksikan solusi yang disampaikan oleh SGS grup. PT. SGS Indonesia memiliki tugas dan fungsi sebagai berikut:

1. Inspeksi, pengujian, verifikasi, pengawasan dan supervisi kualitas, kuantitas, nilai dan kondisi barang dan produk.
2. Pelatihan, audit dan penerbitan sertifikat dengan mengacu pada standar sistem manajemen Indonesia dan internasional.

#### **4.3 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi *CRS laboratory* PT. SGS Indonesia dapat dilihat pada lampiran laporan kerja praktik ini.

#### **4.4 Sektor Bisnis**

Pada saat ini PT. SGS Indonesia bergerak pada 6 sektor unit bisnis yang berpusat di Jakarta. Ke-6 sektor unit bisnis tersebut adalah:

1. Pelayanan bidang Pengujian (*Customer Retail Services*)
2. Pelayanan bidang Mineral (*Minerals Services*)
3. Pelayanan bidang Lingkungan (*Environment Services*)
4. Pelayanan bidang Minyak, Gas dan Kimia (*Oil, Gas and Chemical Services*)
5. Pelayanan bidang Sertifikasi dan Sistem (*System and Services Certification*)
6. Pelayanan bidang Pertanian (*Agricultural Services*)
7. Pelayanan bidang Industri (*Industrial Services*)

#### 4.5 **Consumer Retail Services (CRS) Laboratorium PT. SGS Indonesia**

CRS laboratorium PT. SGS Indonesia terdiri dari 3 bagian laboratorium besar yaitu :

1. Laboratorium Makanan dan Minuman

Laboratorium ini menerima contoh-contoh makanan dan minuman dari industri baik berupa bahan jadi maupun bahan baku atau bahan setengah jadi, juga contoh farmasi

2. Laboratorium *Softline* dan *Hardline*

Laboratorium ini memeriksa contoh-contoh *softline* (kain, baju atau pakaian, sepatu, tas, dompet, topi, benang, dan lain-lain), *hardline* (cat, plastik, kemasan, pelapis, kertas, perhiasan, dan lain-lain), serta mainan anak-anak. Laboratorium ini dibagi lagi menjadi 3 bagian yang mempunyai jenis analisa berbeda yaitu:

- a. Laboratorium fisik untuk contoh mainan yang bertugas untuk menguji parameter-parameter fisik dari contoh mainan anak-anak seperti uji jatuh (*drop test*), uji bagian kecil mainan (*small part*), dan lain-lain.
- b. Laboratorium fisik untuk contoh tekstil yang bertugas untuk menguji parameter-parameter fisik dari contoh tekstil seperti *colorfastness*, komposisi serat (*fiber composition*), kuat tegangan (*tensile strength*), kestabilan dimensi (*dimensional stability*), dan lain-lain.
- c. Laboratorium kimia untuk contoh *softline* dan *hardline* yang bertugas untuk menguji parameter-parameter kimia dari contoh *softline* dan *hardline* seperti pewarna Azo, formaldehida, pH, kromium bervalensi VI (Cr VI), logam berat, dan lain-lain.

3. Laboratorium Mikrobiologi

Laboratorium ini bertugas untuk memeriksa parameter-parameter mikrobiologi dari berbagai macam contoh terutama contoh makanan, minuman, farmasi dan kosmetika.

#### **4.6 Alur Penanganan Sampel**

PT. SGS Indonesia melayani kegiatan jasa laboratorium. Adapun prosedur yang harus dilalui untuk setiap sampel yang masuk adalah sebagai berikut :

1. Konsumen melakukan permintaan pengujian sampel pada *costumer service*.
2. *Costumer service* akan melakukan verifikasi terhadap permintaan analisa dan akan memberikan harga untuk setiap sampel yang dianalisis, bila konsumen setuju maka sampel akan dikirim ke bagian penerima sampel, bila tidak maka dilakukan negosiasi
3. Petugas penerima contoh mengidentifikasi sampel yang akan diujikan, mengenai kelengkapan pereaksi untuk menguji sampel, dan lain-lain. Bila semuanya tersedia maka sampelpun diuji di lab SGS. Jika analisa tidak bisa dilakukan, maka permintaan analisa ditolak atau dilimpahkan ke lab SGS yang lain.
4. Sampel yang telah diuji akan diperiksa pemenuhan persyaratan *Quality Control* , bila semua persyaratan terpenuhi maka hasil akan dibuat menjadi laporan, bila *QC* menyatakan tidak lolos maka sampel akan diuji kembali.
5. Hasil analisis yang telah disahkan kemudian dilanjutkan ke bagian pengiriman dan dikirimkan kepada konsumen yang bersangkutan.

#### **4.7 Disiplin Kerja**

Jam kerja di PT SGS Indonesia dimulai pukul 08.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB, dengan waktu istirahat selama 60 menit mulai pukul 12.00 WIB hingga pukul 13.00 WIB. Dalam waktu satu minggu terdapat lima hari kerja, dari hari Senin sampai Jumat. Jumlah jam kerja seminggu sesuai dengan ketentuan Departemen Tenaga Kerja yaitu 40 jam seminggu. Untuk meningkatkan disiplin kerja, setiap karyawan memiliki kartu jam kerja sehingga perusahaan dapat mengetahui jam masuk dan keluar karyawan kantor.



## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Gambaran Umum Pencahayaan Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia**

##### **A. Sumber Pencahayaan**

Menurut Kepmenkes No. 1405/MENKES/SK/XI/2002, pencahayaan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif. Seluruh sumber pencahayaan yang digunakan di semua ruangan Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia menggunakan sumber pencahayaan buatan. Pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya selain cahaya alami. Pencahayaan buatan merupakan sumber pencahayaan yang berasal dari lampu.

##### **B. Sistem Pencahayaan Buatan**

Seluruh sistem pencahayaan buatan yang digunakan di Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia adalah sistem pencahayaan merata. Pada sistem ini iluminasi cahaya tersebar secara merata diseluruh ruangan dan penempatan armatur ditempatkan secara teratur di langit-langit.

Sedangkan sistem pencahayaan ruangan yang digunakan yaitu sistem pencahayaan semi langsung (*semi direct lightning*). Penerangan dengan sistem ini bekerja dengan mengarahkan 60%-90% cahaya ke bidang kerja selebihnya diarahkan ke langit-langit dan dinding (Prabu dalam Sabir, 2013). Dengan sistem penerangan ini dapat mengurangi kelemahan pada sistem pencahayaan langsung, yaitu masalah kesilauan

##### **C. Jenis Lampu dan Armatur**

Jenis lampu yang digunakan di Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia, yaitu jenis fluoresensi dengan 2 tipe yang berbeda yaitu :

1. Lampu TL (*Tubeair Lamp*)

Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

2. Lampu CFL (*Compact Fluorescent Lamp*).

Lampu CFL 23w, Fluks cahaya 1370 lm, warna lampu putih netral (*cool daylight*) 6500 K, dan indeks renderasi warna 80.

Sedangkan untuk jenis kap lampu atau armatur menggunakan jenis setengah langsung yaitu kap tembus cahaya atau naungan dengan bagian atas terbuka.



(1)



(3)



(2)

**Gambar 5.1** (1) Lampu TL, (2) Lampu CFL, (3) Armatur

Sumber: Dokumentasi Pribadi

## 5.2 Hasil Intensitas Pencahayaan Ruang Kerja

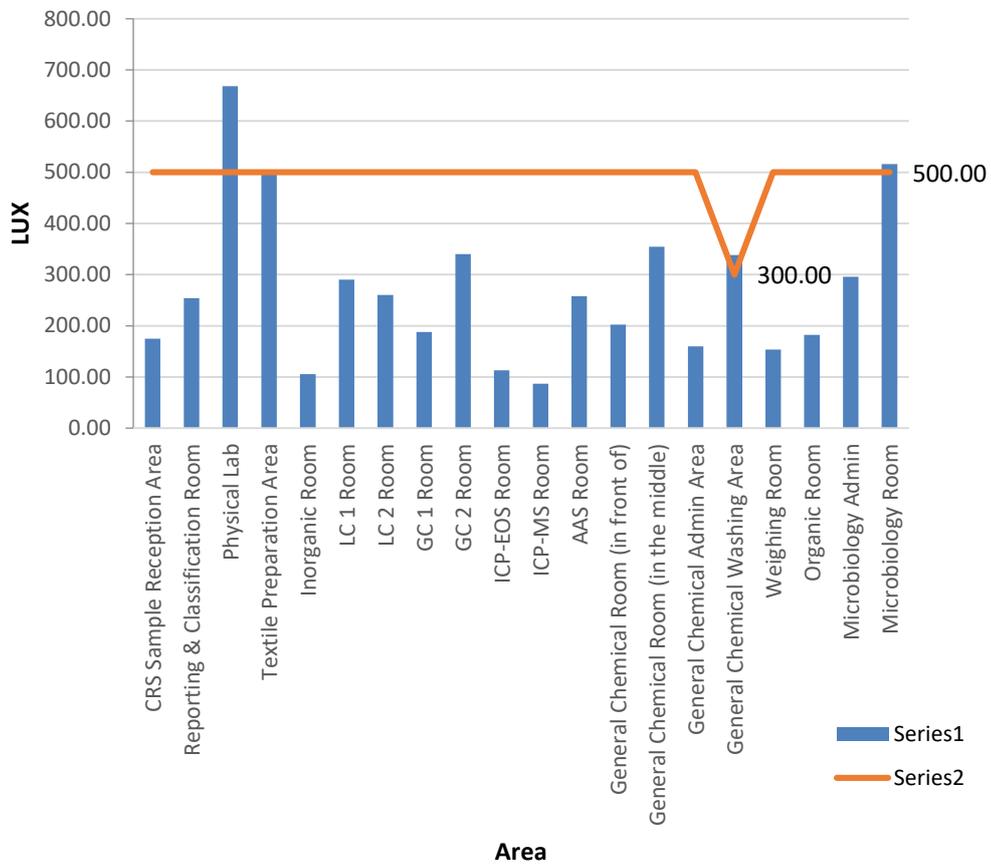
Pengukuran intensitas pencahayaan dilakukan dengan lampu ruangan dalam keadaan dinyalakan sesuai dengan kondisi pekerjaan kemudian tingkat pencahayaan diukur secara langsung dengan menggunakan lux meter dengan sensor

diarahkan pada sumber pencahayaan tepat berada di area bidang kerja. Cara pengukuran intensitas pencahayaan dilakukan berdasarkan penerangan lokal di mana luxmeter diletakan pada dasar bidang kerja dan pengukuran dilakukan di beberapa titik bidang kerja yang kemudian hasil tersebut dirata-ratakan sehingga didapatkan hasil berupa angka yang menyatakan intensitas pencahayaan ruangan tersebut. Data hasil pengukuran intensitas cahaya bulan Agustus 2017 ditunjukkan pada **tabel 5.1**

**Tabel 5.1** Hasil Pengukuran Intensitas Pencahayaan Area Laboratorium CRS  
PT SGS Indonesia Bulan Agustus 2017

No	Room/ Ruang	Mean / Rata-Rata** (Lux)	Minimum Standard* (Lux)	Keterangan
1	CRS Sample Reception Area	175	500	Lampu Menyala
2	Reporting & Classification Room	254	500	Lampu Menyala
3	Physical Lab	668	500	Lampu Menyala
4	Textile Preparation Area	503	500	Lampu Menyala
5	Inorganic Room	106	500	Lampu Mati 2
6	LC 1 Room	290	500	Lampu Menyala
7	LC 2 Room	260	500	Lampu Menyala
8	GC 1 Room	188	500	Lampu Menyala
9	GC 2 Room	340	500	Lampu Menyala
10	ICP-EOS Room	113	500	Lampu Menyala
11	ICP-MS Room	87	500	Lampu Mati 1
12	AAS Room	258	500	Lampu Menyala
13	General Chemical Room (in front of)	202	500	Lampu Menyala
14	General Chemical Room (in the middle)	354	500	Lampu Mati 1
15	General Chemical Admin Area	160	500	Lampu Menyala
16	General Chemical Washing Area	338	300	Lampu Menyala
17	Weighing Room	153	500	Lampu Menyala
18	Organic Room	182	500	Lampu Menyala
19	Microbiology Admin	296	500	Lampu Menyala
20	Microbiology Room	516	500	Lampu Menyala

Grafik Intensitas Pencahayaan



**Gambar 5.2** Grafik Intensitas Pencahayaan

Berdasarkan hasil data pengukuran intensitas pencahayaan pada tabel 5.1 dan denah serta lokasi titik sampling pada gambar 3.3, peneliti membuat pemetaan pencahayaan di area Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia. Pemetaan Pencahayaan dilakukan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi ruangan-ruangan mana saja yang intensitas pencahayaannya memenuhi dan tidak memenuhi standar yang datanya dapat dilihat pada **gambar 5.3**



Hijau : Area dengan Intensitas Pencahayaan Sesuai Standar

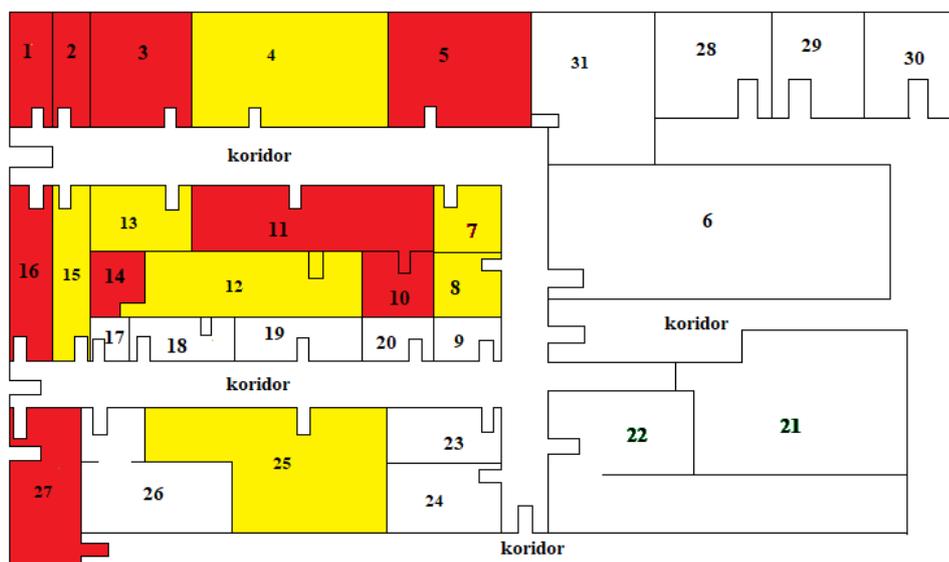
Merah : Area dengan Intensitas Pencahayaan Tidak Sesuai Standar

**Gambar 5.3** *Lightning Mapping CRS Laboratory Area*

Dari *lightning mapping* pada Gambar 5.3 peneliti memberi 2 warna berbeda untuk memudahkan identifikasi ruangan berdasarkan kesesuaian standar pencahayaannya. Warna hijau menyatakan bahwa ruangan atau area tersebut memiliki tingkat pencahayaan yang sesuai standar, sedangkan warna merah menyatakan bahwa ruangan atau area tersebut memiliki pencahayaan yang tidak sesuai standar.

Dapat dilihat dari gambar 5.2 bahwa hanya ada 4 ruangan yang berwarna hijau dan 16 ruangan yang berwarna merah. Dapat disimpulkan bahwa hanya terdapat 20% ruangan yang pencahayaannya memenuhi standar dan sisanya sebanyak 80% ruangan tidak sesuai standar dari seluruh 20 ruangan yang diteliti. Hal ini menunjukkan bahwa perlu adanya upaya evaluasi perbaikan untuk ruangan-ruangan yang masih tidak memenuhi standar supaya lingkungan kerja pada Laboratorium CRS PT. SGS Indonesia dapat kondusif dan karyawan dapat bekerja secara produktif.

Berdasarkan gambar 5.3 peneliti kemudian menguraikan kembali masalah yang ada, yaitu dengan cara memfokuskan evaluasi perbaikan pada 16 ruangan yang pencahayaannya tidak memenuhi standar. Dari 16 ruangan tersebut peneliti memetakan kembali berdasarkan tingkat ketidaksesuaian pencahayaan terhadap standar yang digunakan. Tingkat ketidaksesuaian pencahayaan terbagi dalam 2 kategori level yaitu, level 1 (kuning) dan level 2 (merah), dapat dilihat pada **gambar 5.4**



Kuning : Area dengan intensitas pencahayaan >50% dari nilai standar

Merah : Area dengan intensitas pencahayaan < 50% dari nilai standar

**Gambar 5.4** *Lightning Mapping CRS Laboratory Area* untuk yang tidak memenuhi standar

Dari hasil pembuatan *Lightning Mapping* untuk area yang tidak memenuhi standar terlihat tingkat pencahayaan pada beberapa area, yaitu:

1. Area warna merah merupakan area level 2 yang intensitas pencahayaan < 50% dari standar pencahayaan yang ditetapkan. Area-area tersebut antara lain:
  - a. Ruang No. 27 yaitu, *CRS Sample Reception Area*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 175 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 35 %

- b. Ruang No 1 yaitu *ICP OES Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 113 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 23%.
  - c. Ruang No. 2 yaitu *ICP MS Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 87 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 17%.
  - d. Ruang No. 3 yaitu *GC 1 Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 188 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 38%.
  - e. Ruang No. 5 yaitu *Organic Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 182 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 36%.
  - f. Ruang No. 10 yaitu *Weighing Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 153 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 21%
  - g. Ruang No. 11 yaitu *General Chemical Room (in front of)*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 202 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 40%.
  - h. Ruang No. 14 yaitu *General Admin Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 160 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 32%.
  - i. Ruang No. 16 yaitu *Inorganic Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 106 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 21%.
2. Area warna kuning merupakan area level 1 yang intensitas pencahayaan > 50% dari standar pencahayaan yang ditetapkan. Area-area tersebut antara lain :
- a. Ruang No. 12 yaitu *General Chemical Room (middle)*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 354 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 71 %

- b. Ruang No. 4 yaitu *LC 2 Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 260 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 52%.
- c. Ruang No. 7 yaitu *LC 1 Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 290 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 58%.
- d. Ruang No. 8 yaitu *Microbiology Admin Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 296 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 59%.
- e. Ruang No. 13 yaitu *GC 2 Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 340 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 63%.
- f. Ruang No. 15 yaitu *AAS Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 258 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 52%.
- g. Ruang No. 25 yaitu *Reporting and Classification Room*  
Pada ruangan ini didapatkan intensitas pencahayaan sebesar 254 lux dengan persentase kualitas pencahayaan sebesar 51%

Berdasarkan hasil *lightning mapping* (Lihat gambar 5.3) terdapat 9 ruangan (56%) masuk dalam kategori level 2, 7 ruangan (44%) dalam kategori level 1. Dengan berpedoman pada *lightning mapping* yang dibuat dapat diketahui di area mana saja yang memiliki tingkat pencahayaan mendekati nilai standar maupun yang jauh di bawah standar. Selain itu dapat juga diketahui berapa banyak karyawan yang bekerja di area yang pencahayaannya jauh di bawah standar. Untuk melihat keadaan tersebut, maka dibuat tabel sebagai berikut :

**Tabel 5.2** Hasil Presentase Kualitas dan Kategori Tingkat Pencahayaan

Nama Ruang	Minimum Standar* (Lux)	Rata-rata (Lux)	Presentase Kualitas Pencahayaan (%)	Kategori	Jumlah Karyawan
General Chemical Room (in the middle)	500	354	70	Level 1	4
Reporting & Classification Room		254	50		10
LC 1 Room		290	58		3
LC 2 Room		260	52		3
GC 2 Room		340	62		2
AAS Room		257	51		2
Microbiology Admin		295	59		1
CRS Sample Reception Area		175	35	Level 2	2
Inorganic Room		106	21		2
GC 1 Room		188	38		2
ICP-EOS Room		113	23		1
ICP-MS Room		87	17		1
General Chemical Room (in front of)		202	40		5
General Chemical Admin Area		160	32		2
Weighing Room		107	21		3
Organic Room		182	36		3

Dari tabel 5.2 dapat dilihat bahwa dari total 77 karyawan yang bekerja di area laboratorium CRS di terdapat 46 karyawan yang bekerja di area dengan pencahayaan kurang dari nilai standar. Dari 46 orang karyawan terdapat 25 orang karyawan yang bekerja di area dengan pencahayaan dibawah standar level 1, sedangkan 21 orang karyawan lainnya bekerja di area dengan pencahayaan dibawah standar level 2. Berdasarkan hasil tersebut dilakukan survey subjektif terhadap sampel yang telah ditentukan dengan metode teknik *purposive sampling*. Sampel yang sesuai kriteria sebanyak 46 karyawan.

### 5.3 Perhitungan Kebutuhan Pencahayaan Ruang

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui apakah lampu yang terpasang pada setiap ruang tersebut sudah sesuai atau perlu dilakukan evaluasi ulang. Dengan mengetahui luas ruangan serta mempertimbangkan benda benda yang dapat

mempengaruhi penyebaran cahaya ke arah bidang kerja seperti lemari asam, lemari pendingin, instrumentasi, rak dan sebagainya perhitungan dapat dilakukan dengan metode yang sesuai.

### 1. *General Chemical Room (in the middle)*

*General Chemical Room (in the middle)* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat preparasi sampel metode konvensional seperti titrasi. Di area ini terdapat 4 orang karyawan yang bertugas melakukan preparasi sampel, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

#### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 5,6 m
2. Lebar = 3,2 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   

$$= 2,7m - 0,75m = 1,95m$$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   

$$= 5,6 m \times 3,2 m = 17,92 m^2$$

#### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  

$$= \text{Refleksi Plafon } (r_p) = 0,7$$
2. Warna/cat dinding = Putih  

$$= \text{Refleksi Dinding } (r_w) = 0,5$$
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 4 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 354 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(8 \times 2500 \text{ lm})}{17,92 \text{ m}^2} \times 0,53 \times 0,8 = 473 \text{ lm/m}^2$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{5,6 \text{ m} \times 3,2 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (5,6 \text{ m} + 3,2 \text{ m})} = 1,04$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,8 \text{ maka } \eta_1 = 0,46$$

$$k_2 = 1,2 \text{ maka } \eta_2 = 0,58$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,46 + \frac{(1,04 - 0,8)}{(1,2 - 0,8)} (0,58 - 0,46) = 0,53$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Cool White*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.

2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 17,92)}{6700 \times 0,53 \times 0,8} = 3,15 = 3 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *General Chemical Room (in the middle)* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual yang memiliki 4 buah armatur. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 2. *Reporting & Classification Room*

*Reporting & Classification Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat klasifikasi atau pemilahan khusus sampel fisik (mainan dan pakaian) sebelum proses analisa, di area ini juga berfungsi sebagai pembuatan akhir laporan hasil uji yang kemudian akan dikirimkan kepada klien. Di area ini terdapat 11 orang karyawan yang terbagi untuk melakukan tugas pemilahan (*Breakdown*) sampel dan pembuatan serta pengecekan laporan hasil uji, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 7,6 m
2. Lebar = 6,5 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m

5. Jarak tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   

$$= 2,7\text{m} - 0,75\text{m} = 1,95\text{m}$$

6. Luas Area (A) =  $P \times L$   

$$= 5,6 \text{ m} \times 3,2 \text{ m} = 49,4 \text{ m}^2$$

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 7 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 254 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$
$$= \frac{(14 \times 2500 \text{ lm})}{49,4 \text{ m}^2} \times 0,66 \times 0,8 = 374 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$
$$= \frac{7,6 \text{ m} \times 6,5 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (7,6 \text{ m} + 6,5 \text{ m})} = 1,80$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1,5 \text{ maka } \eta_1 = 0,62$$

$$k_2 = 2,0 \text{ maka } \eta_2 = 0,68$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$
$$= 0,62 + \frac{(1,80 - 1,5)}{(2,0 - 1,5)} (0,68 - 0,62) = 0,66$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$
$$= \frac{(500 \times 49,4)}{6700 \times 0,66 \times 0,8} = 6,98 = 7 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *Reporting and Classification Room* dibutuhkan 7 jenis armatur penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

### 3. *LC 1 Room*

*LC 1 Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa . Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 7,4 m
2. Lebar = 5,0 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m

4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Jarak tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
 $= 2,7m - 0,75m = 1,95m$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   
 $= 7,4 m \times 5,0 m = 37 m^2$

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
 $= \text{Refleksi Plafon } (r_p) = 0,7$
  2. Warna/cat dinding = Putih  
 $= \text{Refleksi Dinding } (r_w) = 0,5$
  3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
  4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8
- c. Sumber pencahayaan berasal dari 6 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 290 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(12 \times 2500 \text{ lm})}{37 \text{ m}^2} \times 0,62 \times 0,8 = 402 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

- a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{7,4 \text{ m} \times 5 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (7,4 \text{ m} + 5 \text{ m})} = 1,53$$

- b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1,2 \text{ maka } \eta_1 = 0,58$$

$$k_2 = 2,0 \text{ maka } \eta_2 = 0,68$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,58 + \frac{(1,53 - 1,2)}{(2,0 - 1,2)}(0,68 - 0,58) = 0,62$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 37)}{6700 \times 0,62 \times 0,8} = 5,56 = 6 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *LC Room 1* dibutuhkan 6 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

#### 4. *LC 2 Room*

*LC 2 Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa. Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan

laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 5,17 m
2. Lebar = 2,2 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
 $= 2,7m - 0,75m = 1,95m$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   
 $= 5,17 m \times 2,2 m = 11,37 m^2$

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
 $= \text{Refleksi Plafon } (r_p) = 0,7$
2. Warna/cat dinding = Putih  
 $= \text{Refleksi Dinding } (r_w) = 0,5$
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 2 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 260 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(4 \times 2500 \text{ lm})}{11,37 \text{ m}^2} \times 0,45 \times 0,8 = 317 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{5,17 \text{ m} \times 2,2 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (5,17 \text{ m} + 2,2 \text{ m})} = 0,79$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,6 \text{ maka } \eta_1 = 0,37$$

$$k_2 = 1,0 \text{ maka } \eta_2 = 0,53$$

$$\begin{aligned} \eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,37 + \frac{(0,79 - 0,6)}{(1,0 - 0,6)} (0,53 - 0,37) = 0,45 \end{aligned}$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$\begin{aligned} n &= \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d} \\ &= \frac{(500 \times 11,37)}{6700 \times 0,45 \times 0,8} = 2,35 = 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *LC Room 2* dibutuhkan 2 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan

warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 5. GC 2 Room

GC 2 Room merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa. Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 5,2 m
2. Lebar = 4,8 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 5,2 m x 4,8 m = 24,96 m<sup>2</sup>

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 4 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 315 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(8 \times 2500 \text{ lm})}{24,96 \text{ m}^2} \times 0,58 \times 0,8 = 372 \text{ lm/m}^2$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{5,2 \text{ m} \times 4,8 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (5,2 \text{ m} + 4,8 \text{ m})} = 1,28$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1,0 \text{ maka } \eta_1 = 0,53$$

$$k_2 = 1,5 \text{ maka } \eta_2 = 0,62$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,53 + \frac{(1,28 - 1,0)}{(1,5 - 1,0)} (0,62 - 0,53) = 0,58$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.

2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 24,96)}{6700 \times 0,58 \times 0,8} = 4,01 = 4 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *GC Room 2* dibutuhkan 4 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk

meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 6. *AAS Room*

*AAS Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa. Di area ini terdapat 2 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 5,2 m
2. Lebar = 3 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
=  $2,7\text{m} - 0,75\text{m} = 1,95\text{m}$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   
=  $5,2\text{ m} \times 3\text{ m} = 15,6\text{ m}^2$

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

- c. Sumber pencahayaan berasal dari 2 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 258 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(4 \times 2500 \text{ lm})}{15,6 \text{ m}^2} \times 0,51 \times 0,8 = 262 \text{ lm/m}^2$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

- a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{5,2 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (5,2 \text{ m} + 3 \text{ m})} = 0,98$$

- b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,8 \text{ maka } \eta_1 = 0,46$$

$$k_2 = 1,2 \text{ maka } \eta_2 = 0,58$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,46 + \frac{(0,98 - 0,8)}{(1,2 - 0,8)} (0,58 - 0,46) = 0,51$$

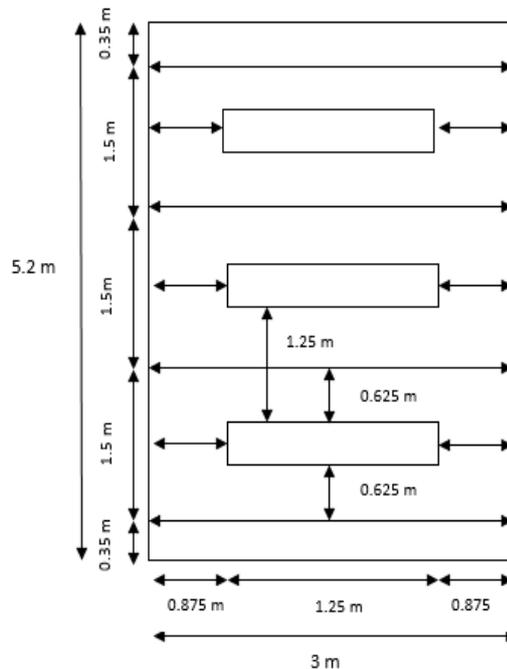
- c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 15,6)}{6700 \times 0,51 \times 0,8} = 2,85 = 3 \text{ Buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *AAS Room* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL dan disusun 3 banjar memanjang. Perlu penambahan 1 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan.



**Gambar 5.5** Letak Susunan Armatur *AAS ROOM*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 7. *Microbiology Admin Room*

*Microbiology Admin Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat admintarsi dan pembuatan laporan hasil analisa mikrobiologi. Di area ini terdapat 2 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrmentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

### a. Ukuran Ruangan

1. Pajang = 3,5 m
2. Lebar = 3,5 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 3,5 m x 3,5 m = 12,25 m<sup>2</sup>

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 2 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 295 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$
$$= \frac{(4 \times 2500 \text{ lm})}{12,25 \text{ m}^2} \times 0,49 \times 0,8 = 319,50 \text{ lm/m}^2$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$
$$= \frac{3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m})} = 0,90$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,8 \text{ maka } \eta_1 = 0,46$$

$$k_2 = 1,2 \text{ maka } \eta_2 = 0,58$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$
$$= 0,46 + \frac{(0,90 - 0,8)}{(1,2 - 0,8)} (0,58 - 0,46) = 0,49$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$
$$= \frac{(500 \times 12,25)}{6700 \times 0,49 \times 0,8} = 2,33 = 2 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *Microbiology Admin Room* dibutuhkan 2 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang

lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 8. *CRS Sample Reception Area*

*CRS Sample Reception Area* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat penerimaan sampel. Sampel diregistrasi terlebih dahulu kemudian diberi label. Di area ini terdapat 2 orang karyawan yang bertugas menerima sampel, dengan waktu kerja selama 8 jam penuh dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 7,4 m
2. Lebar = 4,8 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
=  $2,7\text{m} - 0,75\text{m} = 1,95\text{m}$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   
=  $7,4\text{ m} \times 4,8\text{ m} = 35,52\text{ m}^2$

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan berasal dari 3 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 175 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$
$$= \frac{(6 \times 2500 \text{ lm})}{35,52 \text{ m}^2} \times 0,62 \times 0,8 = 209 \text{ lm/m}^2$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$
$$= \frac{7,4 \text{ m} \times 4,8 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (7,4 \text{ m} + 4,8 \text{ m})} = 1,49$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1,2 \text{ maka } \eta_1 = 0,58$$

$$k_2 = 2 \text{ maka } \eta_2 = 0,68$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$
$$= 0,58 + \frac{(1,49 - 1,2)}{(2 - 1,2)} (0,68 - 0,58) = 0,62$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.

2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$
$$= \frac{(500 \times 35,52)}{6700 \times 0,62 \times 0,8} = 5,34 = 5 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *CRS Sample Reception Area* dibutuhkan 5 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, tidak sesuai dengan kondisi aktual yang hanya memiliki 3 buah armatur yang berisi masing-masing 2 buah lampu TL. Perlu penambahan 2 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 9. *Inorganic Room*

*Inorganic Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat preparasi sampel anorganik. Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 11,8 m
2. Lebar = 2,5 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m

6. Luas Area (A) = P x L  
= 11,8 m x 2,5 m = 29,5 m<sup>2</sup>

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7

2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding( $r_w$ ) = 0,5
  3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
  4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8
- c. Sumber pencahayaan
1. 5 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
  2. 5 buah lampu CFL 23W, Fluks cahaya 1370 lm, warna lampu putih kekuning-kuningan (*warm white*) 2700 K, dan indeks renderasi warna 81.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 106 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis = 441 lm/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{F}{A} \times \eta \times k_d \\
 &= \frac{(10 \times 2500)}{29,5} \times 0,54 \times 0,8 = 366 \text{ lm/m}^2 \text{ (Lampu TL)} \\
 &= \frac{(5 \times 1370)}{29,5} \times 0,54 \times 0,8 = 75 \text{ lm/m}^2 \text{ (Lampu CFL)}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

- a. Menghitung Indeks Ruang :

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{P \times L}{h (P + L)} \\
 &= \frac{11,8 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (11,8 \text{ m} + 2,5 \text{ m})} = 1,06
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,8 \text{ maka } \eta_1 = 0,46$$

$$k_2 = 1,2 \text{ maka } \eta_2 = 0,58$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,46 + \frac{(1,06 - 0,8)}{(1,2 - 0,8)}(0,58 - 0,46) = 0,54$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 29,5)}{6700 \times 0,54 \times 0,8} = 5,09 = 5 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *Inorganic Room* dibutuhkan 5 buah armatur yang masing-masing berisi 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 10. GC 1 Room

*GC 1 Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa. Di area ini terdapat 2 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 4,8 m
2. Lebar = 4,2 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 4,8 m x 4,2 m = 20,16 m<sup>2</sup>

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
  2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
  3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
  4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8
- c. Sumber pencahayaan berasal dari 3 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 188 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$
$$= \frac{(6 \times 2500 \text{ lm})}{35,52 \text{ m}^2} \times 0,56 \times 0,8 = 331 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$
$$= \frac{4,8 \text{ m} \times 4,2 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (4,8 \text{ m} + 4,2 \text{ m})} = 1,15$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1 \text{ maka } \eta_1 = 0,53$$

$$k_2 = 1,5 \text{ maka } \eta_2 = 0,62$$

$$\begin{aligned}\eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,53 + \frac{(1,15 - 1)}{(1,5 - 1)}(0,62 - 0,53) = 0,56\end{aligned}$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89. (spesifikasi lengkap lihat lampiran)
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$\begin{aligned}n &= \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d} \\ &= \frac{(500 \times 20,16)}{6700 \times 0,56 \times 0,8} = 3,35 = 3 \text{ buah}\end{aligned}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *GC I Room* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL, sudah sesuai dengan kondisi aktual. Usaha untuk meningkatkan intensitas pencahayaan hanya diperlukan penggantian jenis lampu TL saja, yang memiliki spesifikasi nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu serta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 11. ICP-EOS Room

*ICP-EOS Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa . Di area ini terdapat 1 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrmentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 4,8 m
2. Lebar = 3 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 4,8 m x 3 m = 14,4 m<sup>2</sup>

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

### c. Sumber pencahayaan dan faktor pengganggu :

1. 1 buah armatur yang terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
2. 1 buah armatur yang terdiri dari 2 buah 2 Lampu CFL 23w, Fluks cahaya 1370 lm, warna lampu putih netral (*cool daylight*) 6500 K, dan indeks renderasi warna 80.

### c. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 113 lux

d. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis = 215 lm/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{A} \times \eta \times k_d \\ &= \frac{(2 \times 2500)}{14,4} \times 0,50 \times 0,8 = 139 \text{ lm/m}^2 \text{ (Lampu TL)} \\ &= \frac{(2 \times 1370)}{14,4} \times 0,50 \times 0,8 = 76 \text{ lm/m}^2 \text{ (Lampu CFL)} \end{aligned}$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$\begin{aligned} k &= \frac{P \times L}{h (P + L)} \\ &= \frac{4,8 \text{ m} \times 4,2 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (4,8 \text{ m} + 4,2 \text{ m})} = 1,15 \end{aligned}$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1 \text{ maka } \eta_1 = 0,53$$

$$k_2 = 1,5 \text{ maka } \eta_2 = 0,62$$

$$\begin{aligned} \eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,53 + \frac{(1,15 - 1)}{(1,5 - 1)} (0,62 - 0,53) = 0,56 \end{aligned}$$

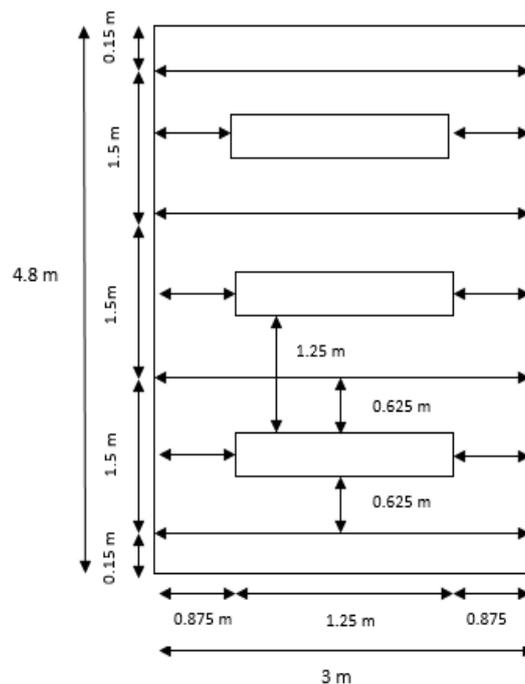
c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 14,4)}{6700 \times 0,50 \times 0,8} = 2,68 = 3 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *ICP-EOS Room* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL disusun 3 banjar memanjang. Perlu penambahan 2 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada **Gambar 5.6**



**Gambar 5.6** Letak Susunan Armatur *ICP-EOS ROOM*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 12. ICP-MS Room

*ICP-MS Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa . Di area ini terdapat 1 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrumentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 4,8 m
2. Lebar = 3 m
3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 4,8 m x 3 m = 14,4 m<sup>2</sup>

### b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. 2 buah armatur yang terdiri dari 2 Lampu CFL 23w, Fluks cahaya 1370 lm, warna lampu putih netral (*cool daylight*) 6500 K, dan indeks renderasi warna 80.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 87 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(4 \times 1370)}{14,4} \times 0,50 \times 0,8 = 152 \text{ lm/m}^2 \text{ (Lampu CFL)}$$

### Perhitungan Perencanaan Pencahayaan

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{4,8 \text{ m} \times 4,2 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (4,8 \text{ m} + 4,2 \text{ m})} = 1,15$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1 \text{ maka } \eta_1 = 0,53$$

$$k_2 = 1,5 \text{ maka } \eta_2 = 0,62$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)} (\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,53 + \frac{(1,15 - 1)}{(1,5 - 1)} (0,62 - 0,53) = 0,56$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.

2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

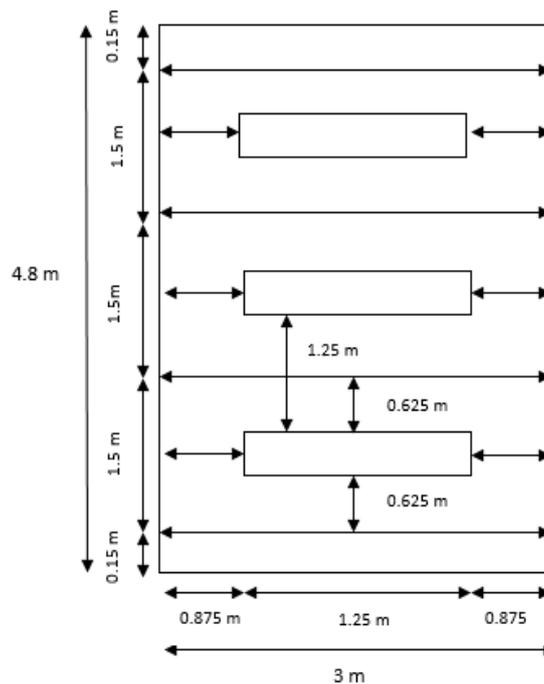
$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 14,4)}{6700 \times 0,50 \times 0,8} = 3,19 = 3 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *ICP-MS Room* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL disusun 3 banjar memanjang. Perlu

penambahan 3 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada

**Gambar 5.7**



**Gambar 5.7** Letak Susunan Armatur *ICP-MS ROOM*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

### 13. *General Chemical Room (in front of)*

*General Chemical Room (in front of)* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat preparasi sampel. Di area ini terdapat 5 orang karyawan yang bertugas melakukan proses analisis sampel secara kimia, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

#### a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 6 m

2. Lebar = 5,2 m
3. Tinggi Ruang ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
=  $2,7\text{m} - 0,75\text{m} = 1,95\text{m}$
6. Luas Area (A) =  $P \times L$   
=  $6\text{ m} \times 5,2\text{ m} = 31,20\text{ m}^2$

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8

c. Sumber pencahayaan

4 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 202 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(8 \times 2500)}{31,20} \times 0,61 \times 0,8 = 313\text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{6\text{ m} \times 5,2\text{ m}}{1,95\text{ m} (6\text{ m} + 5,2\text{ m})} = 1,43$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 1,2 \text{ maka } \eta_1 = 0,58$$

$$k_2 = 2 \text{ maka } \eta_2 = 0,68$$

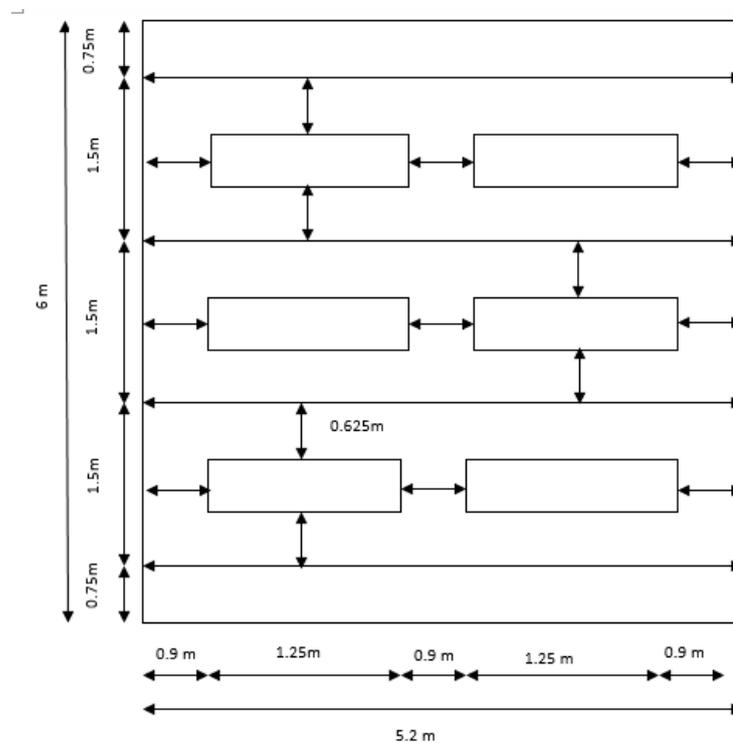
$$\begin{aligned}\eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,58 + \frac{(1,43 - 1,2)}{(2 - 1,2)}(0,68 - 0,58) = 0,56\end{aligned}$$

Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL dan kapasitas 1 Lampu CFL

$$\begin{aligned}n &= \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d} \\ &= \frac{(500 \times 36,67)}{6700 \times 0,61 \times 0,8} = 5,61 = 6 \text{ buah}\end{aligned}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *General Chemical Room (in front of)* dibutuhkan 6 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL dan disusun 3 banjar 2 kolom. Perlu penambahan 2 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada **Gambar 5.8**



**Gambar 5.8** Letak Susunan Armatur *General Chemical Room* (in front of)

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

#### 14. *General Chemical Admin Area*

*General Chemical Admin Area* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat administarsi dan pembuatan laporan hasil analisa kimia. Di area ini terdapat 2 orang karyawan yang bertugas melakukan pengukuran sampel secara instrmentasi dan pembuatan laporan hasil analisa, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

a. Ukuran Ruangan

1. Pajang = 3,2 m

2. Lebar = 3,0 m
3. Tinggi Ruang ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 3,2 m x 3,0 m = 9,6 m<sup>2</sup>

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
  2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
  3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
  4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8
- c. Sumber pencahayaan berasal dari 1 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 160 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(2 \times 2500)}{9,6} \times 0,61 \times 0,8 = 188 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

- a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{3,2 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (3,2 \text{ m} + 3 \text{ m})} = 0,79$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,6 \text{ maka } \eta_1 = 0,37$$

$$k_2 = 1 \text{ maka } \eta_2 = 0,53$$

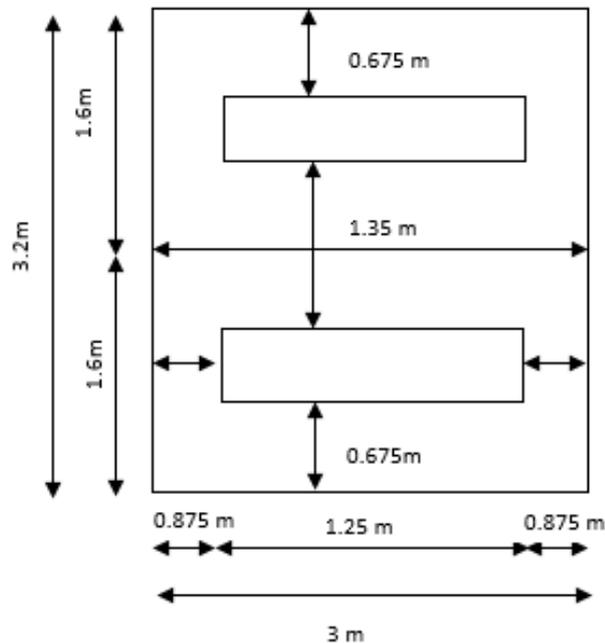
$$\begin{aligned}\eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,37 + \frac{(0,79 - 0,6)}{(1 - 0,6)}(0,53 - 0,37) = 0,45\end{aligned}$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 33500 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$\begin{aligned}n &= \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d} \\ &= \frac{(500 \times 9,6)}{6700 \times 0,45 \times 0,8} = 1,99 = 2 \text{ buah}\end{aligned}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *General Chemical Admin Area* dibutuhkan 2 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL disusun 3 banjar memanjang. Perlu penambahan 1 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada **Gambar 5.9**



**Gambar 5.9** Letak Susunan Armatur *General Chemical Admin*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

### 15. *Weighing Room*

*Weighing Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat penimbangan dan penyimpanan sampel laboratorium. Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan penimbangan sampel, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan :

a. Ukuran Ruangan

1. Panjang = 4,6 m
2. Lebar = 2,1 m
3. Tinggi Ruang ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m

$$5. \text{ Tinggi armatur ke bidang kerja (h)} = h_r - h_{bk} \\ = 2,7\text{m} - 0,75\text{m} = 1,95\text{m}$$

$$6. \text{ Luas Area (A)} = P \times L \\ = 4,6 \text{ m} \times 2,1 \text{ m} = 9,66 \text{ m}^2$$

b. Faktor Refleksi

$$1. \text{ Warna/cat plafon} = \text{Putih} \\ = \text{Refleksi Plafon (r}_p\text{)} = 0,7$$

$$2. \text{ Warna/cat dinding} = \text{Putih} \\ = \text{Refleksi Dinding (r}_w\text{)} = 0,5$$

$$3. \text{ Refleksi Bidang Kerja (r}_m\text{)} = 0,1$$

$$4. \text{ Faktor pengotoran ringan (k}_d\text{)} = 0,8$$

c. Sumber pencahayaan berasal dari 5 buah Lampu CFL 23w, Fluks cahaya 1370 lm, warna lampu putih netral (*cool daylight*) 6500 K, dan indeks renderasi warna 80.

d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 153 lux

e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d \\ = \frac{(5 \times 1370)}{9,66} \times 0,43 \times 0,8 = 241 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)} \\ = \frac{4,6 \text{ m} \times 2,1 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (4,6 \text{ m} + 2,1 \text{ m})} = 0,74$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,6 \text{ maka } \eta_1 = 0,37$$

$$k_2 = 1 \text{ maka } \eta_2 = 0,53$$

$$\eta = \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1)$$

$$= 0,37 + \frac{(0,79 - 0,6)}{(1 - 0,6)}(0,53 - 0,37) = 0,43$$

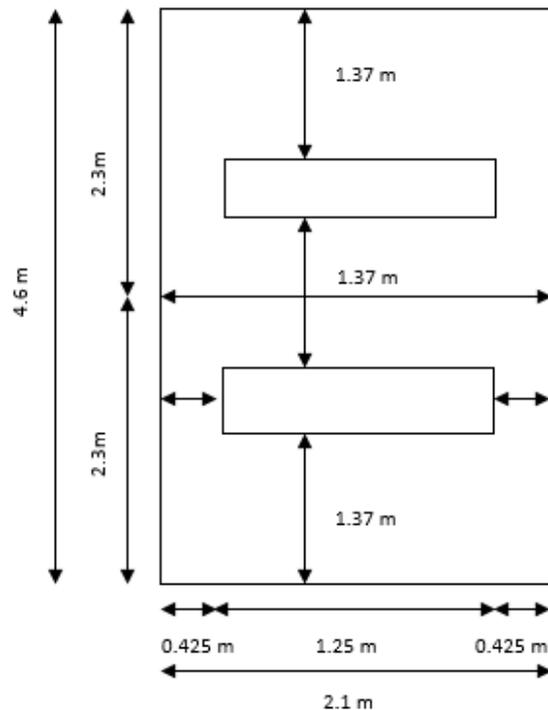
c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL.

$$n = \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d}$$

$$= \frac{(500 \times 9,66)}{6700 \times 0,43 \times 0,8} = 2,09 = 2 \text{ buah}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *Weighing Room* dibutuhkan 2 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL disusun. Sehingga perlu pengantian jenis lampu dari lampu CFL ke lampu TL. Perlu penambahan 2 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada **Gambar 5.10**



**Gambar 5.10** Letak Susunan Armatur *Weighing Room*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

## 16. *Organic Room*

*Organic Room* merupakan area yang berfungsi sebagai tempat preparasi sampel khusus kimia organik. Di area ini terdapat 3 orang karyawan yang bertugas melakukan proses analisis sampel secara kimia, dengan waktu kerja selama 8 jam dan istirahat selama 1 jam. Berikut adalah karakteristik ruangan:

- a. Ukuran Ruangan
  1. Panjang = 4,9 m
  2. Lebar = 3,7 m

3. Tinggi Ruangan ( $h_r$ ) = 2,7 m
4. Tinggi Bidang Kerja ( $h_{bk}$ ) = 0,75 m
5. Tinggi armatur ke bidang kerja ( $h$ ) =  $h_r - h_{bk}$   
= 2,7m - 0,75m = 1,95m
6. Luas Area (A) = P x L  
= 4,9 m x 3,7 m = 18,13m<sup>2</sup>

b. Faktor Refleksi

1. Warna/cat plafon = Putih  
= Refleksi Plafon ( $r_p$ ) = 0,7
  2. Warna/cat dinding = Putih  
= Refleksi Dinding ( $r_w$ ) = 0,5
  3. Refleksi Bidang Kerja ( $r_m$ ) = 0,1
  4. Faktor pengotoran ringan ( $k_d$ ) = 0,8
- c. Sumber pencahayaan berasal dari 2 buah armatur yang masing-masing terdiri dari 2 buah Lampu TL 36W, fluks cahaya 2500 lm, warna lampu putih (*Cool Daylight*) 6200 K, dan indeks renderasi warna 72.
- d. Intensitas Cahaya Ruang Aktual = 182 lux
- e. Intensitas Cahaya Ruang Teoritis

$$E = \frac{F}{A} \times \eta \times k_d$$

$$= \frac{(4 \times 2500)}{19,3} \times 0,54 \times 0,8 = 241 \text{ lm/m}^2$$

**Perhitungan Perencanaan Pencahayaan**

- a. Menghitung Indeks Ruang :

$$k = \frac{P \times L}{h (P + L)}$$

$$= \frac{4,9 \text{ m} \times 3,7 \text{ m}}{1,95 \text{ m} (4,9 \text{ m} + 3,7 \text{ m})} = 1,08$$

b. Menghitung Efisiensi Penerangan ( $\eta$ ) berdasarkan tabel :

$$k_1 = 0,8 \text{ maka } \eta_1 = 0,46$$

$$k_2 = 1,2 \text{ maka } \eta_2 = 0,58$$

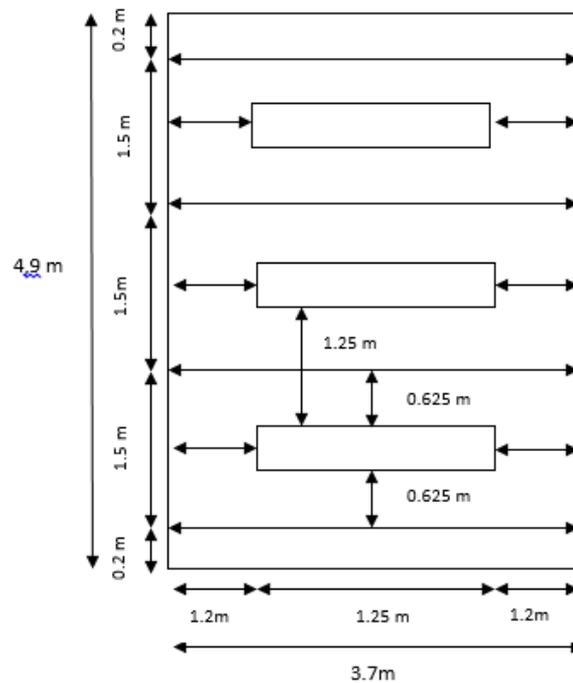
$$\begin{aligned}\eta &= \eta_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(\eta_2 - \eta_1) \\ &= 0,46 + \frac{(1,08 - 0,8)}{(1,2 - 0,8)}(0,58 - 0,46) = 0,54\end{aligned}$$

c. Menghitung banyaknya armatur :

1. Jenis Lampu = Lampu TL 36W, fluks cahaya 3350 lm, warna lampu putih netral (*Daylight*) 4000 K, dan indeks renderasi warna 80-89.
2. Jenis Armatur = Armatur sebagian penerangan langsung, kapasitas 2 Lampu TL

$$\begin{aligned}n &= \frac{(E \times A)}{\Phi \times \eta \times k_d} \\ &= \frac{(500 \times 19,3)}{6700 \times 0,54 \times 0,8} = 3,33 = 3 \text{ buah}\end{aligned}$$

Kebutuhan pencahayaan optimal untuk ruangan *Organic Room* dibutuhkan 3 buah armatur jenis penerangan sebagian besar langsung, tiap armatur berisi masing-masing 2 lampu TL. Perlu penambahan 1 buah armatur berisi 2 lampu TL dari kondisi aktual untuk meningkatkan intensitas pencahayaan. Letak susun armatur dapat dilihat pada **Gambar 5.11**



**Gambar 5.11** Letak Susunan Armatur *Weighing Room*

Selain penambahan jumlah lampu perlu diperhatikan spesifikasi lampu yang akan digunakan yaitu nilai fluks yang lebih tinggi, suhu warna sedikit lebih rendah dengan indeks renderasi warna yang lebih tinggi untuk kesesuaian warna yang lebih baik. Selain itu perlu dilakukan pemantauan dan perawatan untuk lampu beserta armatur secara berkala. Mempertahankan warna plafon dan dinding yang berwarna putih, untuk memaksimalkan pemantulan cahaya.

Hasil evaluasi jumlah lampu yang dibutuhkan dari setiap ruangan di area laboratorium CRS PT. SGS Indonesia dapat dilihat pada tabel 5.3



Dari tabel 5.3 dapat dilihat bahwa beberapa ruangan yang dilakukan penelitian memerlukan tambahan lampu. Selain perlunya penambahan jumlah dan perubahan spesifikasi lampu, kondisi fisik ruangan juga perlu diperhatikan terutama untuk warna atap, dinding, lantai serta bidang kerja, dengan daya lampu yang sama, warna dinding ruangan mempengaruhi besar intensitas pencahayaannya yakni semakin cerah warna yang digunakan maka intensitas pencahayaan di ruangan tersebut semakin besar. Sebaliknya, semakin redup warna dinding ruangan maka intensitas pencahayaan di ruangan tersebut semakin kecil. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan cahaya dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang diserap dan dipantulkan oleh masing-masing warna di area ruangan. (Abdu Aziz dkk, 2016).

Ruangan di area laboratorium CRS PT. SGS Indonesia seluruhnya menggunakan cat berwarna putih untuk dinding dan warna atap atau plafon, putih kekuningan untuk warna lantai dan abu-abu muda untuk warna bidang kerja. Warna-warna tersebut sudah sesuai untuk membantu meningkatkan intensitas pencahayaan.

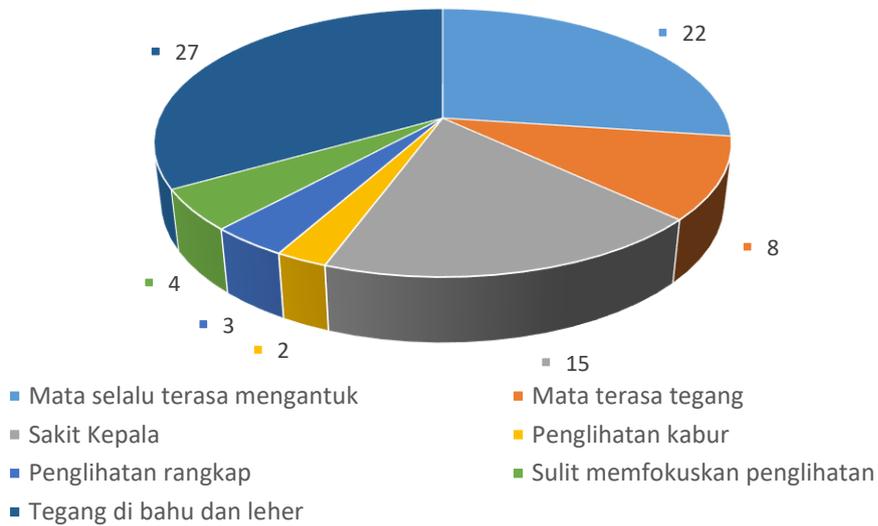
Upaya penambahan jumlah lampu dengan tetap mempertahankan warna cerah untuk ruangan diharapkan dapat meningkatkan intensitas pencahayaan sehingga sesuai dengan standar yang digunakan yaitu 500 lux. Pencahayaan yang sesuai untuk kondisi pekerjaan yang dilakukan tentunya dapat menghindari pekerja dari penyakit akibat kerja yaitu keluhan kelelahan mata.

## **5.4 Gambaran Distribusi Frekuensi Keluhan Kelelahan Mata dan Faktor Pendukung**

### **5.4.1 Keluhan Kelelahan Mata**

Kelelahan mata merupakan suatu respon yang dirasakan oleh seseorang akibat pencahayaan yang tidak memadai di tempat bekerja. Kelelahan mata dapat ditandai dengan berbagai gejala, antara lain mata selalu terasa mengantuk, sakit kepala, mata terasa tegang dan lain sebagainya (Pheasant, S. 1991). Dari hasil penelitian didapatkan sejumlah pekerja dengan gejala-gejala kelelahan mata seperti berikut:

### Frekuensi Gejala Keluhan Kelelahan Mata



**Gambar 5.12** Frekuensi Gejala Keluhan Kelelahan Mata

Gejala yang dialami oleh responden cukup bervariasi, baik yang mengalami mata selalu terasa mengantuk, mata terasa tegang, penglihatan rangkap dan lain sebagainya. Namun, yang paling banyak dirasakan adalah perasaan tegang di leher dan bahu yaitu sebanyak 27 orang atau sekitar 59% dari jumlah pekerja. Selain itu, mata yang selalu terasa mengantuk juga banyak dialami oleh pekerja yakni 22 orang (48%). Sedangkan gejala paling sedikit dialami adalah penglihatan kabur, yaitu sebanyak 2 orang (4%). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andri F Ramadhani tahun 2012, bahwa gejala keluhan kelelahan mata yang paling banyak dialami oleh pekerja di Area Produksi Pelumas PT. Pertamina Jakarta yaitu terasa tegang di bahu dan leher serta mata selalu terasa mengantuk.

Dalam penelitian ini, sebagian besar pekerja mengalami keluhan kelelahan mata. Hal tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.4**

**Tabel 5.4** Frekuensi Pekerja yang Mengalami Keluhan Kelelahan Mata

Mengalami Keluhan Kelalahan Mata	Frekuensi	%
<b>Ya</b>	<b>38</b>	<b>82.6</b>
Tidak	8	17.4
Total	46	100

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa 82.6% pekerja mengalami keluhan kelelahan mata saat bekerja baik karena pencahayaan maupun karena faktor lain. Kemudian peneliti mengolah data kuisisioner secara statistik untuk mengetahui berapa banyak karyawan yang mengalami keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja

**Tabel 5.5** Frekuensi Pekerja yang Mengalami Keluhan Kelelahan Mata Akibat Pencahayaan Di Tempat Kerja

Keluhan Kelelahan Mata Akibat Pencahayaan Di Tempat Kerja	Frekuensi	%
<b>Memiliki</b>	<b>25</b>	<b>54.3</b>
Tidak Memiliki	21	45.7
Total	46	100

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa 54.3% pekerja mengatakan bahwa gejala-gejala kelelahan mata yang dialami oleh pekerja diakibatkan dari kondisi pencahayaan di area kerja.

Jadi pada penelitian ini hampir seluruh pekerja mengalami keluhan kelelahan mata. Selain itu lebih dari 50% pekerja menyadari jika keluhan kelelahan mata yang mereka rasakan diakibatkan oleh intensitas pencahayaan di area kerja. Perasaan tegang yang dirasakan di leher dan bahu pekerja merupakan salah satu gejala keluhan kelelahan mata yang diakibatkan kondisi pencahayaan yang tidak memadai. Kondisi pencahayaan yang tidak memadai akan memaksa mata pekerja bekerja lebih keras untuk melihat suatu objek kerja. Namun, gejala tersebut juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lainnya, seperti posisi kerja yang tidak ergonomis dan beban kerja dari masing-masing pekerja.

Kemudian gejala keluhan kelelahan mata yang juga banyak dialami oleh pekerja adalah mata selalu terasa mengantuk. Hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan pekerjaan visual yang dilakukan terus-menerus. Akan tetapi terdapat beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan mata terasa mengantuk, seperti waktu tidur yang kurang.

## 5.4.2 Faktor Karakteristik Pekerja

### 5.4.2.1 Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan akomodasi seseorang. Semakin bertambahnya usia seseorang dalam batasan tertentu maka akan semakin menurun kemampuan akomodasi seseorang. Dalam penelitian ini usia pekerja dikelompokkan menjadi dua kelompok usia berisiko bagi pekerja yang berusia lebih dari atau sama dengan 40 tahun dan kelompok usia tidak berisiko bagi pekerja yang berusia kurang dari 40 tahun.

**Tabel 5.6** Frekuensi Usia

Usia	Frekuensi	%
≥ 40 Tahun	2	4.3
<b>&lt; 40 Tahun</b>	<b>44</b>	<b>95.7</b>
Total	46	100

Dari tabel di atas, terlihat bahwa jumlah responden yang berusia kurang dari 40 tahun mendominasi dibandingkan dengan jumlah responden yang berusia lebih atau sama dengan 40 tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pekerja yang berisiko mengalami kelelahan mata lebih sedikit dibandingkan pekerja yang tidak berisiko.

### 5.4.2.2 Riwayat Gangguan Kesehatan Mata

Riwayat gangguan kesehatan mata merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelelahan mata. Hal-hal yang diobservasi untuk riwayat

gangguan kesehatan mata adalah kelainan mata yang pernah atau sedang diderita oleh responden, seperti rabun dekat, rabun jauh, katarak dan pengguna kacamata. Riwayat gangguan kesehatan mata ini dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok pekerja yang memiliki riwayat gangguan kesehatan mata dan kelompok pekerja yang tidak memiliki riwayat gangguan kesehatan mata.

**Tabel 5.7** Frekuensi Riwayat Gangguan Kesehatan Mata

Riwayat Gangguan Kesehatan Mata	Frekuensi	%
<b>Memiliki</b>	<b>34</b>	<b>73.9</b>
Tidak Memiliki	12	26.1
Total	46	100

Dari tabel di atas, jumlah responden yang termasuk dalam kelompok pekerja yang memiliki riwayat gangguan kesehatan mata lebih tinggi dibanding kelompok pekerja yang tidak memiliki riwayat gangguan kesehatan mata. Oleh karena itu pekerja yang berisiko untuk mengalami keluhan kelelahan mata lebih besar dibandingkan pekerja yang tidak berisiko.

#### 5.4.2.3 Perilaku Berisiko Terhadap Kesehatan Mata

Keluhan kelelahan mata dipengaruhi juga oleh perilaku berisiko, seperti menonton televisi dalam jarak dekat, membaca dengan posisi berbaring atau tengkurap, maupun menggunakan gadget dipencahayaannya yang redup/gelap. Dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pekerja yang memiliki dan kelompok pekerja yang tidak memiliki perilaku berisiko.

**Tabel 5.8** Frekuensi Perilaku Berisiko Terhadap Kesehatan Mata

Perilaku Berisiko	Frekuensi	%
Memiliki	11	23.9
<b>Tidak Memiliki</b>	<b>35</b>	<b>76.1</b>
Total	46	100

Dari tabel di atas, jumlah responden yang termasuk dalam kelompok pekerja yang memiliki perilaku berisiko terhadap kesehatan mata lebih tinggi dibanding kelompok pekerja yang tidak memiliki perilaku berisiko. Oleh karena itu pekerja yang berisiko untuk mengalami keluhan kelelahan mata lebih besar dibandingkan pekerja yang tidak berisiko.

### 5.4.3 Faktor Pekerjaan

Kelelahan mata dipengaruhi oleh masa kerja atau lama kerja dari pekerja. Dalam penelitian ini lama kerja dibedakan dalam dua kelompok yaitu kelompok lama kerja yang berisiko bagi pekerja dengan lama kerja lebih dari 3 tahun dan kelompok kerja yang tidak berisiko bagi pekerja dengan lama kerja kurang dari sama dengan 3 tahun.

**Tabel 5.9** Frekuensi Lama Kerja

Lama Kerja	Frekuensi	%
> 3 Tahun	20	43.5
<b>≤ 3 Tahun</b>	<b>26</b>	<b>56.5</b>
Total	46	100

Dari tabel di atas, jumlah responden dengan lama kerja lebih dari 3 tahun lebih banyak dibandingkan jumlah responden dengan lama kerja kurang dari atau sama dengan 3 tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pekerja yang berisiko mengalami keluhan kelelahan mata lebih banyak dibandingkan pekerja yang tidak berisiko.

### 5.4.4 Faktor Lingkungan

#### 5.3.4.1 Tingkat Pencahayaan

Hasil pengukuran tingkat pencahayaan didapat dari data hasil pengukuran bulan Agustus 2018. Pengukuran dilakukan di area kerja menggunakan alat ukur *lux meter*. Pengukuran dilakukan di area Laboratorium CRS dengan 20 titik pengukuran, yang hasilnya dapat dilihat pada **tabel 5.1**

Berdasarkan hasil pengukuran **tabel 5.1**, hanya intensitas pencahayaan pada ruangan *Physical Lab, Textile Preparation Area, Washing Room* dan *Microbiology Room* yang memenuhi standar minimal sedangkan sisa 16 ruangan lainnya tidak memenuhi standar minimal untuk pekerjaan di laboratorium yang memiliki ketelitian yang tinggi. Tingkat pencahayaan yang tidak memadai ini membuat mata pekerja bekerja lebih keras untuk dapat melihat objek. Hal ini dapat memicu terjadinya kelelahan mata pada pekerja.

Jadi dapat disimpulkan bahwa kondisi tingkat pencahayaan di area Laboratorium CRS PT SGS Indonesia kurang memadai, sehingga terdapat indikasi untuk menyebabkan keluhan kelelahan mata. Tingkat pencahayaan yang kurang memadai ini didapatkan karena tidak adanya pengawasan atau pengecekan, serta pembersihan secara berkala terhadap lampu-lampu yang berada di area Laboratorium CRS sehingga pada saat pengukuran maupun pengambilan kuisisioner masih ada ditemukan lampu mati di beberapa ruangan.

#### **5.4.4.2 Kondisi Sumber Pencahayaan**

Keluhan kelelahan mata pada pekerja sangat dipengaruhi oleh tingkat pencahayaan yang ada ditempat kerja. Tingkat pencahayaan bergantung pada kondisi sumber pencahayaan yang ada. Dalam penelitian ini, sumber pencahayaan yang diamati kondisinya adalah sumber pencahayaan buatan yang berasal dari lampu yang kemudian dibedakan menjadi dua, yaitu kondisi sumber pencahayaan yang baik dan kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik.

**Tabel 5.10** Frekuensi Kondisi Sumber Pencahayaan

Kondisi Sumber Pencahaya	Frekuensi	%
<b>Tidak Baik</b>	<b>24</b>	<b>52.2</b>
Baik	22	47.8
Total	46	100

Dari tabel di atas, kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik lebih tinggi dibandingkan kondisi sumber pencahayaan yang baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pekerja akan lebih berisiko untuk mengalami keluhan kelelahan mata dengan kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik.

#### 5.3.4.3 Kualitas Pencahayaan

Keluhan kelelahan mata pada pekerja sangat dipengaruhi oleh kualitas pencahayaan yang ada di tempat kerja. Kualitas pencahayaan bergantung pada kondisi sumber pencahayaan yang ada. Kondisi sumber pencahayaan yang baik tentunya akan memberikan kualitas pencahayaan yang baik juga, begitu pun sebaliknya kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik akan menghasilkan kualitas pencahayaan yang buruk. Dalam penelitian ini, kualitas pencahayaan dibagi menjadi lima, yaitu gelap, kurang terang/redup, cukup terang, terang/baik dan sangat terang/silau.

**Tabel 5.11** Frekuensi Kualitas Pencahayaan

Kualitas Pencahayaan	Frekuensi	%
Gelap	0	0
<b>Kurang Terang/Redup</b>	<b>22</b>	<b>47,8</b>
Cukup Terang	17	37,0
Terang/Baik	7	15,2
Sangat Terang/Silau	0	0
Total	46	100

Dari tabel di atas, redup menjadi pilihan terbanyak responden dan paling sedikit memilih terang/baik. Jadi hal ini sesuai dengan kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik (lihat **tabel 5.11**) sehingga, dapat disimpulkan bahwa pekerja akan memiliki risiko keluhan kelelahan mata lebih besar.

## 5.5 Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Faktor Pendukung

### 5.5.1 Hubungan Faktor Karakteristik Pekerja dan Keluhan Kelelahan Mata

#### 5.5.1.1 Hubungan Usia dan Keluhan Kelelahan Mata

Dari tabel frekuensi usia (lihat tabel 5.7), terlihat bahwa jumlah responden yang berusia kurang dari 40 tahun mendominasi dibandingkan dengan jumlah responden yang berusia lebih atau sama dengan 40 tahun. Sedangkan pekerja yang memiliki keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja lebih banyak daripada yang tidak memiliki. Untuk melihat hubungan dari 2 variabel data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.12

**Tabel 5.12** Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Usia

Usia	Keluhan Kelelahan Mata		Total	<i>P</i> <i>value</i>
	Memiliki	Tidak		
>= 40 Tahun	2	0	2	<b>1,00</b>
< 40 Tahun	36	8	44	
Total	38	8	46	

Menurut NASD (National Aging Safety Database) dalam Nina dan Tri (2015) menyatakan bahwa usia seseorang yang semakin tua memiliki pengaruh pada kemunduran kemampuan penglihatan dalam setiap objek lingkungan sekitar. Ketika usia 20 tahun rata-rata manusia dapat melihat objek dengan jelas. Sedangkan pada usia 45–50 tahun dan memiliki kebutuhan cahaya 4x jauh lebih besar, sedangkan pada usia 60 tahun, kebutuhan akan cahaya jauh lebih besar lagi.

Dari tabel di atas hasil uji statistik metode *chi-square* menunjukkan bahwa *P value* yang digunakan sebagai nilai acuan dalam metode ini adalah sebesar 1.00. Dengan demikian *P value* lebih besar dari nilai  $\alpha$  0,05 maka  $H_0$  diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara usia pekerja dengan keluhan kelelahan mata. Hal ini disebabkan oleh karena responden yang berusia di atas 40 tahun terlalu sedikit sehingga tidak mewakili sedangkan

pekerja yang berusia kurang dari 40 tahun jauh lebih banyak mengalami keluhan kelelahan mata dari kelompok pekerja dengan usia lebih dari 40 tahun

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nina dan Tri (2015) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan yang rendah antara keluhan kelelahan mata dengan umur yaitu dengan nilai *P value* sebesar 0,316.

### 5.5.1.2 Hubungan Riwayat Gangguan Kesehatan Mata dan Keluhan Kelelahan Mata

Dari tabel 5.7, jumlah responden yang termasuk dalam kelompok pekerja yang memiliki riwayat gangguan kesehatan mata lebih tinggi dibanding kelompok pekerja yang tidak memiliki riwayat gangguan kesehatan mata. Kemudian, pekerja yang memiliki keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja lebih banyak daripada yang tidak memiliki. Untuk melihat hubungan dari 2 variabel data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.13

**Tabel 5.13** Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Riwayat Gangguan Kesehatan Mata

Riwayat Gangguan Kesehatan Mata	Keluhan Kelelahan Mata		Total	<i>P value</i>
	Memiliki	Tidak		
Memiliki	29	5	34	<b>0,412</b>
Tidak Memiliki	9	3	12	
Total	38	8	46	

Dari tabel di atas hasil uji statistik metode *chi-square* menunjukan bahwa *P value* yang digunakan sebagai nilai acuan dalam metode ini adalah sebesar 0,412 dengan demikian *P value* lebih besar dari nilai  $\alpha$  0,05 maka,  $H_0$  diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara riwayat gangguan kesehatan mata dengan keluhan kelelahan mata. Hal ini dikarenakan pekerja yang memiliki riwayat gangguan kesehatan mata tapi tidak memiliki

keluhan kelelahan mata masih lebih banyak dari yang tidak memiliki riwayat gangguan serta kelelahan mata.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andri Fayrina (2012) yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara keluhan kelelahan mata dengan riwayat gangguan kesehatan mata dengan nilai *P value* sebesar 1.033.

### 5.5.1.3 Hubungan Perilaku Berisiko dan Keluhan Kelelahan Mata

Dari tabel 5.8, jumlah responden yang termasuk dalam kelompok pekerja yang tidak memiliki perilaku berisiko terhadap kesehatan mata lebih tinggi dibanding kelompok pekerja yang memiliki perilaku berisiko terhadap kesehatan mata. Kemudian, pekerja yang memiliki keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja lebih banyak daripada yang tidak memiliki. Untuk melihat hubungan dari 2 variabel data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.14

**Tabel 5.14** Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Perilaku Berisiko

Perilaku Berisiko	Keluhan Kelelahan Mata		Total	<i>P value</i>
	Memiliki	Tidak		
Memiliki	9	2	11	<b>1.00</b>
Tidak Memiliki	29	6	35	
Total	38	8	46	

Dari tabel di atas hasil uji statistik metode *chi-square* menunjukan bahwa *P value* yang digunakan sebagai nilai acuan dalam metode ini adalah sebesar 1,00 dengan demikian *P value* lebih besar dari nilai  $\alpha$  0,05 maka,  $H_0$  diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara perilaku berisiko terhadap kesehatan dengan keluhan kelelahan mata .

Berdasarkan tabel 5.14 pekerja yang memiliki perilaku berisiko terhadap kesehatan mata lebih sedikit dibandingkan dengan pekerja yang tidak memiliki perilaku berisiko terhadap kesehatan mata sedangkan pekerja yang memiliki

keluhan kelelahan mata lebih banyak dari kelompok pekerja yang tidak memiliki keluhan kelelahan mata. Hal ini disebabkan oleh perilaku berisiko yang diamati terlalu sedikit, sehingga tidak dapat mewakili perilaku berisiko terhadap kesehatan mata secara keseluruhan. Padahal selain menonton televisi, membaca dengan posisi tidur serta menggunakan gawai dalam kondisi cahaya redup, masih terdapat perilaku berisiko lain yang dapat mempengaruhi kelalahan mata, seperti melihat layar komputer dalam jarak dekat dan dalam waktu yang lama.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2006) dan Andri Fayrina (2012) yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan antara perilaku berisiko dengan keluhan kelelahan mata.

### 5.5.2 Hubungan Faktor Pekerjaan dan Keluhan Kelelahan Mata

Dari tabel 5.9, jumlah responden dengan lama kerja lebih dari 3 tahun lebih banyak dibandingkan jumlah responden dengan lama kerja kurang dari atau sama dengan 3 tahun.. Kemudian, pekerja yang memiliki keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja lebih banyak daripada yang tidak memiliki. Untuk melihat hubungan dari 2 variabel data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.15

**Tabel 5.15** Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Lama Kerja

Lama Kerja	Keluhan Kelelahan Mata		Total	<i>P</i> <i>value</i>
	Memiliki	Tidak		
<= 3 Tahun	8	12	20	<b>0,136</b>
> 3 Tahun	17	9	26	
Total	38	8	46	

Dari tabel di atas Hasil uji statistik metode *chi-square* menunjukan bahwa *P value* yang digunakan sebagai nilai acuan dalam metode ini adalah sebesar 0,136, dengan demikian *P value* lebih besar dari nilai  $\alpha$  0,05 maka  $H_0$  diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama kerja dengan keluhan kelelahan mata.

Pada *Encyclopedia of Occupational and Safety* (1998), terdapat keluhan gangguan pada mata rata-rata yang dirasakan setelah pekerja yang bekerja selama 3–4 tahun untuk pekerjaan yang membutuhkan ketelitian. Para pekerja yang lebih dari tiga tahun akan memiliki tingkat risiko yang lebih cepat mengalami kelelahan mata jika dibandingkan dengan para pekerja yang masa kerja kurang dari atau sama dengan tiga tahun.

Dari hasil tabel 5.9 pekerja dengan masa kerja lebih dari 3 tahun lebih banyak dibanding pekerja dengan lama kerja kurang dari atau sama dengan 3 tahun. Hal ini berarti pekerja yang berisiko untuk mengalami kelelahan mata lebih banyak dibanding pekerja yang tidak berisiko. Namun pada penelitian ini ternyata tidak terdapat hubungan yang bermakna antara lama kerja dengan keluhan kelelahan mata. Hal ini disebabkan oleh pekerja dengan lama kerja lebih dari 3 tahun atau yang lebih berisiko akan mengalami adaptasi terhadap kondisi lingkungan termasuk pencahayaan yang ada ditempat kerja, sehingga sebagian besar pekerja menganggap bahwa kondisi pencahayaan yang sebenarnya tidak memadai bukan menjadi masalah yang berarti dan tidak berpengaruh terhadap kelelahan mata. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andri Fayrina (2012), Dina dan Angela (2015) serta Nina dan Tri (2015) yang menyatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang berarti antara lama kerja dengan keluhan kelelahan mata.

### **5.5.3 Hubungan Faktor Lingkungan dan Keluhan Kelelahan Mata**

Dari tabel 5.10, kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik lebih tinggi dibandingkan kondisi sumber pencahayaan yang baik. Kemudian, pekerja yang memiliki keluhan kelelahan mata akibat pencahayaan di tempat kerja lebih banyak daripada yang tidak memiliki. Untuk melihat hubungan dari 2 variabel data tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.16**

**Tabel 5.16** Hubungan Keluhan Kelelahan Mata dan Kondisi Sumber Pencahayaan

Kondisi Sumber Pencahayaan	Keluhan Kelelahan Mata		Total	<i>P</i> <i>value</i>
	Memiliki	Tidak		
Tidak Baik	20	4	24	<b>0,000</b>
Baik	5	17	22	
Total	38	8	46	

Dari tabel di atas, hasil uji statistik menunjukkan pekerja yang berada di area kondisi pencahayaan yang tidak baik yang mengalami keluhan kelelahan mata lebih banyak dari kelompok pekerja dengan kondisi sumber pencahayaan yang baik. Hasil uji statistik metode *chi-square* menunjukan bahwa *P value* yang digunakan sebagai nilai acuan dalam metode ini adalah sebesar 0,000, dengan demikian *P value* lebih kecil dari nilai  $\alpha$  0,05 maka  $H_0$  ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kondisi sumber pencahayaan dengan keluhan kelelahan mata .

Dalam penelitian ini sumber pencahayaan yang diteliti adalah sumber pencahayaan buatan, yaitu lampu yang ada di area kerja. Berdasarkan hasil pengukuran intensitas pencahayaan yang menyatakan hampir sebagian besar ruangan berada dibawah standar yang ditetapkan yaitu 500 lux untuk pekerjaan di laboratorium, hasil penelitian pada tabel 5.10 menunjukkan kondisi lampu yang ada di area kerja tidak baik dan pada tabel 5.11 dari hasil statistik menunjukkan kualitas pencahayaan menyatakan kurang terang atau redup dari ketiga hal tersebut dapat dihubungkan bahwa kondisi sumber pencahayaan yang tidak baik menghasilkan pencahayaan yang tidak optimal. Kurang terang atau redupnya pencahayaan pada area kerja dapat disebabkan karena adanya lampu yang mati dan kurangnya lampu pada area kerja.

Kondisi tersebut tentunya akan sangat berisiko mengakibatkan keluhan kelelahan mata pada pekerja dan hal ini didukung oleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kondisi sumber

pencahayaannya dengan keluhan kelelahan mata. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Dina dan Angela (2015) yang menyatakan terdapat hubungan antara keluhan mata dengan kualitas pencahayaan dengan nilai *P value* sebesar 0,03 ( $< \alpha$  0,05).

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan di area Laboratorium *Costumer Retail Service* (CRS) PT. SGS Indonesia Jakarta mendapat hasil tingkat pencahayaan dan keluhan kelelahan mata yang dialami oleh pekerja yang diteliti. Dari penelitian ini, dapat diambil kesimpulan :

- a. Tingkat pencahayaan di area Laboratorium CRS hampir secara keseluruhan tidak memenuhi standar global (*Lighting Guidelines SGS-OI-L4-414-01*) perusahaan sebesar 500 lux untuk area laboratorium. Dari 20 ruangan terdapat 16 ruangan yang intensitas pencahayaannya dibawah standar, 7 ruangan berada dilevel 1 dengan tingkat pencahayaan >50% dan 9 ruangan dilevel 2 dengan tingkat pencahayaan <50% dari nilai standar. Ruangan *ICP-MS Room* menjadi ruangan dengan nilai lux terendah yaitu 86 lux dari minimal standar 500 lux.
- b. Hasil evaluasi intensitas pencahayaan dari penelitian ini adalah terdapat 9 ruangan yang hanya perlu mengganti jenis lampu yang digunakan sedangkan 7 ruangan lainnya selain mengganti jenis lampu juga membutuhkan tambahan lampu. Ketujuh ruangan tersebut yaitu, *AAS Room*, *ICP EOS Room*, *ICP MS Room*, *General Chemical Room (in front of)*, *General Chemical Admin Area*, *Weighing Room* dan *Organic Room*.
- c. Sebanyak 82,6% pekerja merasakan keluhan kelelahan mata saat bekerja, 54,3% pekerja diantaranya mengalami keluhan kelelahan mata tersebut diakibatkan dari tingkat pencahayaan di tempat bekerja.
- d. Keluhan kelelahan mata yang dirasakan pekerja dengan gejala terbanyak adalah 59% pekerja merasa tegang di bahu dan leher, serta 48% pekerja mengalami mata yang selalu terasa mengantuk.
- e. Hubungan antara faktor karakteristik pekerja, faktor pekerjaan dengan keluhan kelelahan mata tidak signifikan, namun terdapat hubungan yang signifikan

antara faktor lingkungan (kondisi sumber pencahayaan) dengan keluhan kelelahan mata.

## **6.2 Saran**

- a. Mempertahankan warna dinding ruangan dengan warna yang cerah untuk membantu meningkatkan intensitas pencahayaan.
- b. Melakukan pemeliharaan terhadap sumber pencahayaan buatan di area kerja, seperti membersihkan armatur dan pembuatan jadwal berserta lembar pengecekan pembersihan secara rutin.
- c. Melakukan pemantauan terhadap kondisi pencahayaan minimal setahun sekali.
- d. Mengevaluasi kembali penempatan benda-benda di area kerja agar tidak menghalangi distribusi cahaya sampai ke bidang kerja.
- e. Membuat peraturan atau SOP untuk meminimalisasi serta menganggulangi risiko terjadi keluhan kelelahan mata maupun keluhan ergonomis lainnya dalam bekerja.
- f. Melakukan penelitian lebih lanjut yang lebih objektif dan akurat terhadap keluhan kelelahan mata yang dirasakan oleh pekerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alex S, Nitisemito. 2010. *Manajemen personalia Manajemen Sumber Daya Manusia. Edisi Ketiga*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Aziz, Mohammad Abdu dkk. 2016. *Analisis Pengaruh Warna dan Ukuran Dinding Ruang Terhadap Intensitas Pencahayaan*. Jurnal Pembelajaran Fisika Vol 5.
- Artha Angela, Rahmayanti Dina. 2015. *Analisis Bahaya Fisik : Hubungan Tingkat Pencahayaan Dan Keluhan Kelelahan Mata Pekerja Pada Area Perkanoran Health, Safety, And Enviromental (HSE) PT. Pertamina RU VI Balongan*. Skripsi. Fakultas Teknik Industri Universitas Andalas. Padang
- Barry, Render dan Jay Heizer. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi : Operations Management*. Jakarta : Salemba Empat.
- Christian Darmasetiawan. 1991. *Teknik Pencahayaan dan Tata Letak Lampu*, Jakarta : PT Gramedia Widiasarana.
- Cok Gd Rai Padmanaba, 2006. *Pengaruh Penerangan Dalam Ruang Terhadap Produktivitas Mahasiswa Desain Interior*. Skripsi. Fakultas Seni Rupa dan Desain Institut Seni Indonesia Denpasar. Bali
- Fayrina, Andri. 2012. *Analisis Tingkat Pencahayaan dan Keluhan Kelelahan Mata Pada Pekerja Di Area Produksi Pelumas Jakarta PT Pertamina Tahun (PERSERO) 2012*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Depok.
- International Labour Organization 2013. 2009. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja*. Jakarta : ILO
- Isyandi, B, 2004. *Manajemen Sumber Daya Manusia Dalam Perspektif Global*. Pekanbaru : Unri Press.
- Jubilee Enterprise. 2014. *SPSS untuk pemula*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*.
- Mardiana. 2005. *Manajemen Produksi*. Jakarta: Penerbit Badan Penerbit IPWI.akses
- Murti, Bhisma. 2010. *Desain dan Ukuran Sampel untuk Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif di Bidang Kesehatan edisi ke-2*. Yogyakarta: UGM press.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016. *Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri*

- Pheasant, S. 1991. *Ergonomic, Work and Health*. USA: Aspen Publisher Inc
- P.E., John Talty, 1988. *Industrial Hygiene Engineering: Recognition, Measurement, Evaluation and Control*. USA:NIOSH  
<http://www.file.zums.ac.ir/ebook/218-IndustrialHygieneEngineeringRecognitionMeasurementEvaluationandControlndEditio.pdf> diakses tanggal 9 september 2017.
- Prasetyo, Eko Tri.2006. *Hubungan Tingkat Pencahayaan DI Tempat Kerja dengan Kelelahan Visual pada Pekerja di Area Produksi OBA & Chemicals PT. Clariant Indonesia Tahun 2006*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia: Depok.
- Prih Sumardjati, dkk. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Putra Prabu. 2009. *Sistem dan Standar Pencahayaan Ruang*.  
<https://putraprabu.wordpress.com/2009/01/06/sistem-dan-standar-pencahayaan-ruang/> Diakses tanggal 09 November 2017
- Redjeki, Sri. 2016. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : Pusdik SDM Kesehatan
- Sedarmayanti.2009. *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Bandung: CV Mandar Maju.
- Septiansyah, Randi. 2014. *Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Kelelahan Mata Pada Pekerja Pengguna Komputer di PT. Duta Astakona Girinda Tahun 2014*. Skripsi. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Simanjuntak, Payaman J, 2003, *Produktivitas Kerja Pengertian dan Ruang Lingkupnya*. Prisma: Jakarta.
- Sinar Harapan. 2008. *Dampak Sistem Pencahayaan Bagi Kesehatan Mata*.  
<https://www.jawaban.com/read/article/id/2008/11/11/65/081110101624/Dampak-Sistem-Pencahayaan-Bagi-Kesehatan-Mata> .Diakses pada tanggal 09 September 2017.
- Standar Nasional Indonesia. 2001. SNI 03-6575-2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*.
- Sujarweni, V Wiratna. 2014. *SPSS untuk Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press
- Wahyono Budi, dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.  
[https://bsd.pendidikan.id/data/SD\\_4/Ilmu\\_Pengetahuan\\_Alam\\_4\\_Kelas\\_4\\_Budi\\_Wahyono\\_Setyo\\_Nurachmadani\\_2008.pdf](https://bsd.pendidikan.id/data/SD_4/Ilmu_Pengetahuan_Alam_4_Kelas_4_Budi_Wahyono_Setyo_Nurachmadani_2008.pdf) Diakses pada tanggal 09 September 2017

- Wahyuni, Sari Eka dkk. 2014. *Analisis Faktor Intensitas Penerangan Lokal Terhadap Kelelahan Mata Di Industri Pembuatan Sepatu "X" Kota Semarang*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 2, No.16*. Semarang: UNDIP.
- Widarjono, Agus. 2010. *Analisis Statistika Multivariat Terapan*. Edisi Pertama. Yogyakarta: UPP STIM YKPN
- Wijanarko, Bambang. 2015. *Mengenal Teknik Pencahayaan*. Artikel. Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika : Malang. <http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/departemen-bangunan-30/1317-bam-wijanarko> Diakses pada tanggal 09 September 2017
- Wikipedia. 2013. *Suhu Warna*. Ensiklopedia Bebas. [https://id.wikipedia.org/wiki/Suhu\\_warna](https://id.wikipedia.org/wiki/Suhu_warna) Diakses pada tanggal 2 Desember 2017
- Wikipedia. 2017. *Indeks Sesuaian Warna*. Ensiklopedia Bebas. [https://id.wikipedia.org/wiki/Indeks\\_sesuaian\\_warna](https://id.wikipedia.org/wiki/Indeks_sesuaian_warna) Diakses pada tanggal 2 Desember 2017
- Wiyanti Nina, Martiana Tri. 2015. *Hubungan Intensitas Penerangan Dengan Kelelahan Mata Pada Pengrajin Batik Tulis*. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat: Universitas Airlangga