

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 KONSEP TEORI

##### 2.1.1 Kuat Penerangan / Iluminasi

Darmasetiawan & Puspakesuma (1991) mendefinisikan *kuat penerangan ialah kuantitas/jumlah cahaya pada level pencahayaan / permukaan tertentu*. Satuan = lux (lumen/m<sup>2</sup>).

Selanjutnya, Darmasetiawan & Puspakesuma (1991) merekomendasikan kuat penerangan kelas 250 lux. Sedang menurut Standar Penerangan Buatan Dalam Gedung (1978), standar kuat penerangan kelas ialah 200 – 300 lux. Dengan tetap mematuhi standar tersebut dan untuk mengantisipasi depresiasi dari lampu, maka dalam penelitian ini ditetapkan kuat penerangan rata-rata yang ingin dicapai adalah minimum 250 lux.

2.1.1.1 Satuan Kuat Penerangan. Stein & Reynolds (1992) menyatakan bahwa energi/cahaya sebesar satu lumen yang jatuh ke permukaan seluas satu meter persegi menghasilkan kuat penerangan sebesar satu lux.

Dalam tesis ini satuan kuat penerangan yang digunakan ialah lux. Sedang sumber-sumber yang menggunakan ukuran footcandle akan dikonversikan ke lux, dimana 1 fc = 10,76 lux.

2.1.1.2 Kuat Penerangan Yang Merata (*Uniformity of illuminance*). Oleh Cayless & Marsden (1966) dinyatakan bahwa kuat penerangan yang merata adalah penting karena tiga hal, yaitu

1. Terlalu banyak variasi kuat penerangan berakibat beberapa bagian ruang kuat penerangannya kurang dari yang diinginkan, sedang bagian ruang lainnya mendapat kuat penerangan yang melebihi kebutuhan;
2. Kepadatan cahaya/luminasi sekitar bidang kerja dapat mempengaruhi kinerja dan kenyamanan visual;
3. Pencahayaan yang tak merata secara berlebihan dapat dikatakan secara subjektif tidak memuaskan.

Untuk menghindari ketiga hal di atas dan karena aktivitas yang sama untuk seluruh ruang kelas, maka di samping tercapainya standar kuat penerangan rata-rata 250 lux, harus dipenuhi pula standar kuat penerangan yang merata (*uniformity standard*).

Untuk standar kuat penerangan yang merata, Pritchard (1986) menyatakan bahwa perencanaan pencahayaan dalam praktik pada umumnya bertujuan untuk tercapainya kuat penerangan yang merata pada seluruh bidang kerja. Pencahayaan yang sepenuhnya merata memang tidak mungkin dalam praktik, tetapi standar yang dapat diterima adalah kuat penerangan minimum serendah-rendahnya 80% dari rata-rata kuat penerangan ruang. Artinya, misalkan kuat penerangan rata-ratanya 100 lux, maka kuat penerangan dari semua titik ukur harus  $\geq 80$  lux.

Selanjutnya oleh Pritchard dinyatakan bahwa hal ini dapat dicapai jika memenuhi *spacing criteria (SC)*, yaitu perbandingan *jarak antar pusat luminaire* terhadap *jarak luminaire ke bidang kerja / mounting height*.  $SC 1,5$  artinya *jarak maksimum antar luminaire = 1,5 x mounting height-nya*. *Spacing criteria* ini ditentukan oleh produsen pada data fotometrik *luminaire*.

### 2.1.2 Reflektansi / Reflectance

Dalam IES Lighting Handbook (1984) dinyatakan bahwa setiap objek memantulkan sebagian dari cahaya yang mengenainya. Tergantung pada susunan geometris, ukuran yang tepat dapat berupa **reflektansi cahaya total, reflektansi cahaya *regular (specular)*, reflektansi cahaya difus, faktor reflektansi cahaya atau faktor luminasi**. Skala reflektansi cahaya adalah antara 0 dan 100 %, hitam ke putih.

Selanjutnya Bradshaw (1993) mendefinisikan reflektansi sbb. :

**Reflektansi (*Reflectance, reflection faktor, or reflectance coefficient*)** adalah rasio cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan terhadap cahaya yang mengenainya. Refleksi cahaya bisa *specular*, difus, ataupun kombinasi dari keduanya

**Refleksi *Specular (Specular reflection)***. Kadang merujuk pada “refleksi reguler”, adalah jenis refleksi yang terjadi pada suatu cermin. Ditandai dengan sudut pantul sama dengan sudut datang. Semua permukaan yang dipoles dan berkilauan memantul demikian apabila sinar datang diarahkan ke permukaan dengan sudut antara 45° dan 55° tegak lurus permukaan.

**Refleksi Difus (*Diffuse reflection*)**. Pantulan cahaya menyebar ke segala arah, sehingga permukaan pantulan terlihat sama cerlangnya dari segala sudut penglihatan. Beberapa permukaan yang bertekstur kertas ampelas memantulkan cahaya secara difus.

Karena finishing dinding Unika Widya Mandala yang diteliti terdiri dari bahan dengan tekstur yang berlainan yaitu bata (halus berpoles) dan luluh, maka refleksi yang terjadi ialah kombinasi dari refleksi *specular* dan

difus. Sedang persentase reflektansi yang dimaksud ialah reflektansi rata-rata dari kedua material tersebut. Angka reflektansi inilah yang ditiru oleh sampel untuk ditingkatkan.

2.1.2.1 Rekomendasi Angka Reflektansi untuk Sekolah. Stein & Reynolds (1992) merekomendasikan untuk sekolah :

- Angka reflektansi dinding : 50 – 70 %
- Angka reflektansi lantai : 20 – 40 %
- Angka reflektansi langit-langit : 70 – 90 %
- Angka reflektansi perabot : 25 – 45 %
- Angka reflektansi papan tulis : > 20 %

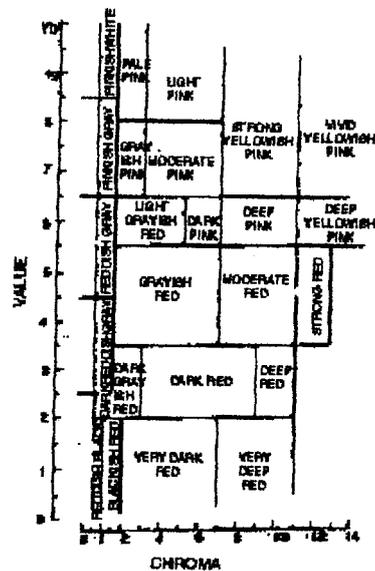
### 2.1.3 Warna.

Oleh Birren (1982) dinyatakan secara sederhana, warna-warna dasar yang berkisar pada warna solid, diistilahkan *hue*. Warna-warna yang bergerak dari terang ke gelap dinamakan *value*. Warna-warna yang bergerak dari abu-abu netral menuju ke *hue* murni dinamakan *chroma* atau *saturation*. Ada 10 *hue* mayor : merah, kuning-merah (oranye), kuning, hijau-kuning, hijau, biru-hijau, biru, ungu-biru, ungu dan merah-ungu. Selanjutnya *hue* mayor ini dibagi menjadi 100 *subhue*. Ada 9 tahapan *value* (vertikal) dari putih ideal ke hitam. Tahapan *chroma* atau *saturation* (horisontal) bervariasi menurut warna asli *hue*-nya.

*Hue* dinotasikan dengan simbol huruf atau diawali dengan angka berkaitan dengan lokasinya di antara 100 *subhue*. *Value* dinotasikan dengan suatu angka dari 1 hingga 9 (atau di antaranya). *Chroma* juga dinotasikan

dengan angka yang menunjukkan tingkatannya, berangkat dari sumbu abu-abu netral.

Sedangkan terracotta disimbolkan dengan 7.5R 6/4 (7.5 Red, 6 value, 4 chroma).



Gbr.2.1 Hue Merah dengan Sumbu Vertikal (value) dan Horisontal (chroma)  
Sumber : Birren (1982)

## 2.2 HUBUNGAN ANTAR KONSEP

### 2.2.1 Hubungan Kuat Penerangan dengan Angka Reflektansi

*IES Lighting Handbook* (1984) menyatakan bahwa dinding dan langit-langit yang terang, baik yang netral maupun berwarna, sangat lebih efisien daripada dinding gelap dalam menghemat energi dan mendistribusikan cahaya secara merata.

Studi bertahap sudah dilakukan oleh Brainerd dan Massey pada tahun

1942 dilaporkan dengan istilah *footcandle* (kuat penerangan) dan *coefficient of utilization* (mewakili angka reflektansi). Analisis matematis oleh Moon terhadap pengaruh warna dinding terhadap kuat penerangan dan rasio kepadatan cahaya/luminasi dalam ruang kubus menunjukkan bahwa peningkatan reflektansi dinding dengan suatu faktor 9 dapat menghasilkan peningkatan kuat penerangan dengan suatu faktor sekitar 3.

Oleh Birren (1982) dinyatakan bahwa warna terang memantulkan lebih banyak cahaya daripada warna gelap.

Oleh Sorcar (1987) dinyatakan dalam persamaan,

$$E = \frac{\phi \times CU}{A} \quad (2.1)$$

E = rata-rata kuat penerangan (lux)

$\phi$  = total fluks cahaya pada area pencahayaan (lumen)

CU = koefisien utilitas

A = luas area pencahayaan (m<sup>2</sup>)

Adanya depresiasi akibat debu pada *luminaire* dan lampu, maka persamaan tersebut harus dikalikan dengan suatu *light-loss factor* (LLF) :

$$E = \frac{\phi \times CU \times LLF}{A} \quad (2.2)$$

Dengan menggantikan  $\phi$  dengan jumlah total lumen yang dihasilkan oleh semua *luminaire*, persamaan dimodifikasi menjadi :

$$E = \frac{(L \times N) \times CU \times LLF}{A} \quad (2.3)$$

L = total lumen awal tiap *luminaire*

N = jumlah *luminaire*

Oleh Schiler (1992), formula tersebut dinyatakan lebih jelas dengan

$$E = \frac{N \times n \times LL \times LLF \times CU}{A} \quad (2.4)$$

E = kuat penerangan (lux)

N = jumlah *luminaire*

n = jumlah lampu tiap *luminaire*

LL = lumen yang dihasilkan tiap lampu

} tingkat pencahayaan ( $\phi$ )

LLF = kombinasi *light loss factors*

CU = *coefficient of utilization* dari tabel

A = area bidang kerja / lantai yang diberi pencahayaan

Dari persamaan tersebut, maka nilai E bergantung pada faktor-faktor  $\phi$ , CU, LLF dan A. Faktor  $\phi$  menunjukkan besarnya tingkat pencahayaan dari sumber cahaya, yang berkaitan dengan : jumlah lampu, besarnya inisial lumen dari lampu, dan jumlah *luminaire*. LLF menunjukkan faktor pemeliharaan/*maintenance factor* meliputi : *lamp lumen depreciation* (LLD), *luminaire dirt depreciation* (LDD) dan *room surface dirt depreciation* (RSDD). Faktor CU (koefisien utilitas) menunjukkan jumlah total lumen yang diterima oleh bidang kerja, berkaitan dengan distribusi cahaya oleh *luminaire*, ketinggian *luminaire* di atas bidang kerja, proporsi ruang, dan reflektansi permukaan.

Sorcar (1987) menyatakan bahwa nilai CU paling dominan bergantung pada reflektansi permukaan; dengan demikian, reflektansi langit-langit, dinding dan lantai yang lebih tinggi berarti nilai CU yang lebih tinggi.

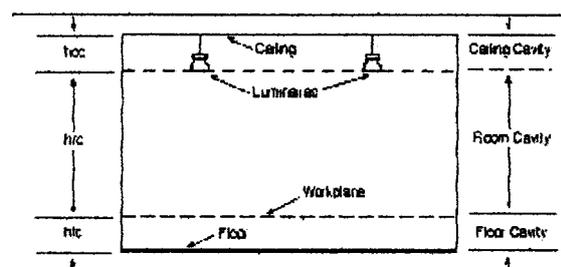
Jadi, ada hubungan antara kuat penerangan dengan angka reflektansi pada nilai CU. Bila angka reflektansi permukaan ditingkatkan, nilai CU juga lebih tinggi, sehingga kuat penerangan juga meningkat.

#### 2.2.1.1 Koefisien Utilitas (Coefficient of Utilization / CU). Sorcar (1987)

menyatakan bahwa ketika sumber cahaya dinyalakan, cahaya menyebar ke segala arah, namun hanya sebagian tertentu yang sampai ke objek yang ingin diterangi (*the level of interest*). Koefisien utilitas menunjukkan bagian tertentu dari cahaya total yang sampai di bidang kerja (*the level of interest*).

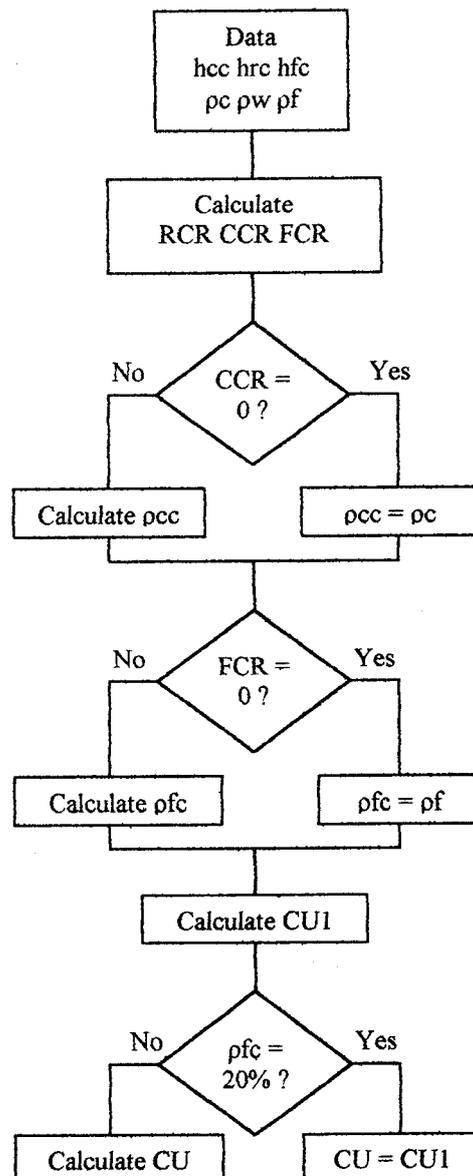
Secara umum, cahaya yang tiba di bidang kerja, yang menandakan koefisien utilitas (CU), berasal dari dua jenis berkas cahaya. Pertama adalah cahaya langsung, kedua adalah cahaya yang menabrak permukaan-permukaan ruang, memantul bolak-balik, dan akhirnya mencapai bidang kerja. Selanjutnya oleh Sorcar (1987) juga dinyatakan bahwa penentuan koefisien utilitas bergantung pada *distribusi cahaya oleh luminaire, ketinggian luminaire di atas bidang kerja, proporsi ruang, dan reflektansi permukaan*.

Koefisien utilitas ditentukan dengan *zonal cavity method*; yaitu dengan membagi ruang menjadi tiga *cavity ratios* sebagai berikut.



Gambar 2.2 Cavity Ratio  
Sumber: internet

*Cavity ratios* menggambarkan proporsi geometris dari *cavity* langit-langit, ruang dan lantai. Ruang antara penggantung *luminaire* dan langit-langit disebut *ceiling cavity* dan tingginya ialah *hcc*; ruang antara bidang kerja dan penggantung *luminaire* adalah *room cavity* dan tingginya ialah *hrc*; ruang antara bidang kerja dan lantai adalah *floor cavity* dan tingginya ialah *hfc*.

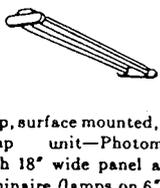


Gambar 2.3 Diagram Alir Metode *Zonal Cavity*  
Sumber: Stein & Reynolds (1992)

Dari pernyataan di atas, yaitu ketergantungan CU pada distribusi cahaya oleh *luminaire*, ketinggian *luminaire* di atas bidang kerja, proporsi ruang, dan reflektansi permukaan, maka dipilih meningkatkan reflektansi permukaan karena :

1. Lampu dan jenis *luminaire* (TMS012) memungkinkan 78% cahaya diarahkan ke bidang kerja . Dengan demikian, sistem pencahayaan yang dipilih ialah *semi-direct* yaitu sebanyak 60-90% cahaya diarahkan ke bidang kerja sudah cukup tepat. Sehingga, penggantian *luminaire* hanya akan memakan biaya yang besar;

27



2 lamp, surface mounted, bare lamp unit—Photometry with 18° wide panel above luminaire (lamps on 6" centers)

I	1.3	0	1.02	1.02	1.02	.98	.98	.98	.92	.92	.92	.86	.86	.86	.80	.80	.80	.78
1		.86	.82	.78	.83	.79	.75	.78	.74	.71	.73	.70	.67	.68	.66	.64	.61	.43
2		.74	.67	.61	.71	.65	.60	.67	.61	.57	.62	.58	.54	.58	.55	.52	.49	.36
3		.64	.56	.50	.62	.55	.49	.58	.52	.47	.54	.49	.45	.51	.47	.43	.41	.31
4		.56	.48	.42	.55	.47	.41	.51	.45	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.34	.28
5		.49	.41	.35	.48	.40	.34	.45	.38	.33	.42	.36	.32	.39	.34	.30	.28	.25
6		.44	.36	.30	.43	.35	.29	.40	.33	.28	.38	.32	.27	.35	.30	.26	.24	.23
7		.39	.31	.25	.38	.30	.25	.36	.29	.24	.34	.28	.23	.32	.27	.23	.21	.21
8		.35	.27	.22	.34	.27	.22	.32	.26	.21	.30	.24	.20	.29	.23	.19	.18	.19
9		.32	.24	.19	.31	.23	.18	.29	.22	.18	.27	.21	.17	.26	.20	.17	.15	.18
10		.29	.21	.17	.28	.21	.16	.26	.20	.16	.25	.19	.15	.23	.18	.15	.13	.16

Gbr. 2.4 Fotometrik *Luminaire* Tipe TMS 012

Sumber: Dagostino, Frank R. (1978)

2. Ketinggian penggantung *luminaire* sudah ditentukan dan dipertimbangkan terhadap proporsi tinggi ruang keseluruhan oleh si arsitek;
3. Proporsi ruang, termasuk di dalamnya luas ruang, tidak mungkin diubah;
4. Seperti sudah dinyatakan di atas bahwa reflektansi permukaan paling dominan dalam menentukan nilai CU, sehingga alternatif yang lain bersifat sekunder saja.

Ada berbagai alternatif dalam meningkatkan reflektansi permukaan, antara lain ialah dengan mengganti tekstur permukaan dengan yang lebih halus, lebih mengkilat (glossy), mengganti warna dengan yang lebih muda (lebih menuju ke putih).

Karena mengganti tekstur dengan yang lebih halus ataupun mengganti dengan yang lebih mengkilat dapat berarti menghilangkan 'jiwa' ruang ber-dinding bata yang ingin diangkat oleh si arsitek, maka alternatif ini tidak dilakukan. Jadi dipilih tekstur tetap (bata bata), tetapi warna terracotta diganti dengan yang lebih muda.

### 2.2.2 Hubungan Warna dengan Angka Reflektansi

Stein & Reynolds (1992) menyatakan bahwa dalam sistem warna Munsell, *brilliance* dirujuk sebagai *value* dan *saturation* sebagai *chroma*; maka warna didefinisikan dalam *hue*, *value* dan *chroma*. *Brilliance (value)* dari suatu pigmen atau pewarnaan berhubungan dengan reflektansinya terhadap cahaya. *Brilliance/value* yang lebih tinggi, faktor reflektansinya juga lebih tinggi, seperti halnya dengan pertimbangan seseorang bahwa putih dan hitam adalah kutub-kutub *brilliance*....Saat putih ditambahkan ke suatu pigmen, hasilnya ialah *tint* (warna yang lebih muda); penambahan hitam menghasilkan suatu *shade* (warna yang lebih gelap).

Maka dalam penelitian ini yang dimaksud dengan warna yang lebih muda ialah dengan penambahan warna putih terhadap warna eksisting dinding kelas.

### 2.3 KERANGKA PEMIKIRAN

Dalam penelitian ini perlu dijelaskan kerangka pemikiran untuk menggambarkan secara terinci arah pemikiran si peneliti mulai dari timbulnya kesan kurang terang pada ruang kelas Unika Widya Mandala, melakukan pengukuran, menemukan masalah, landasan teori yang ada, hingga mendapatkan pemecahan masalah.

Dengan kerangka pemikiran ini diharapkan pembaca dapat mengikuti arah pemikiran si peneliti dengan lebih sistematis.

