

# PENGUJIAN TABEL FAKTOR LANGIT PADA PERHITUNGAN PENCAHAYAAN ALAMI CARA DPMB

Oleh : Amirani Ritva Santoso

## **ABSTRACT**

*Daylight - the combination of sunlight and sky light- is the one light source that mostly matches human visual response and for over millions of years, the human eye has evolved using this light as a source against which all other light sources are compared.*

*Daylight is constantly changing in intensity and color, from dawn to dusk, from day to day, from season to season.*

*The presence of daylight in a room adds variety and alters the quality of the room by introducing changes in color, contrast, and light; these create a dynamic quality of space that cannot be achieved by any other design elements.*

*Day lighting is both an art and science; that is, daylight is both a design element and an environmental system. As a design element, it can enhance aesthetic and qualitative aspects of building. As an environmental system, it should be subjected to the same level of rigorous analysis and review that any environmental system receives.*

*Many of the most famous architects of the twentieth century understood how to use daylight as a design element. Certainly such architects as Wright, Le Corbusier, Nervi, Rudolph, and Aalto demonstrated time and again how to use daylight to enhance a design*

*Unfortunately most of architect do not understand the principles of daylight illumination sufficiently to introduce them early in the schematic design phase. Their understanding of day lighting as a building science, however, is not as well developed.*

*This research was made to examine one of the day lighting method that developed by DPMB (direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan).*

*Hopefully, by comparing it with a measurement method on the physical models, we could develop a better and simple day lighting method that can easily use by architects to enhance their design.*

## **Pengenalan**

Cahaya siang (Daylight) yang merupakan gabungan antara cahaya matahari (Sunlight) dan cahaya langit (Skylight) adalah satu-satunya sumber cahaya yang sesuai /cocok bagi respon mata manusia. Manusia sudah mengenal sumber cahaya ini lebih dari jutaan tahun dan selalu menjadikannya pembanding bagi sumber cahaya lain.

Cahaya siang secara konstan berubah intensitas maupun warnanya sejak terbit hingga terbenam, dari hari ke hari, dan dari musim ke musim.

Kehadiran cahaya siang di dalam ruangan menambah variasi dan alternatif bagi peningkatan kualitas ruang, sebab perubahan warna, kontras dan cahayanya menjadikan ruangan lebih dinamis dan hal ini tentu sulit dicapai oleh elemen disain lain.

Menggunakan cahaya siang pada sebuah bangunan harus didasari bukan saja pada pengertian akan keindahan cahaya dan ruangnya saja, tetapi juga pada pemahaman akan implikasi dari cahaya siang pada semua aspek disain, konstruksi, dan kegunaan bangunan.

Pencahayaan alami siang hari merupakan gabungan antara seni dan ilmu pengetahuan. Sangat disayangkan bahwa pemahaman akan pencahayaan alami siang hari sebagai Building Science tidaklah dikembangkan secara baik.

Banyak arsitek terkenal di abad keduapuluh ini sangat mengerti bagaimana menggunakan cahaya siang sebagai elemen disain, seperti: Wright, Le Corbusier, Nervi, Rudolph, dan Aalto, mereka semua menggunakan cahaya siang untuk meningkatkan kualitas disain mereka.

Banyak teori dan analisa mengenai pencahayaan alami siang hari yang dikembangkan tapi hanya sebagian kecil dari arsitek yang berminat untuk mempelajarinya lebih dalam.

## **Latar Belakang Penelitian**

Penggunaan cahaya siang sebagai sumber pencahayaan alami siang hari maupun elemen disain seringkali diabaikan oleh para arsitek.

Padahal untuk Indonesia yang beriklim Tropis Warm Humid kita perlu sangat berhati-hati dalam merencanakan besaran maupun letak dari lubang cahaya, karena cahaya yang masuk tentunya akan membawa serta radiasi panas yang pasti sangat mempengaruhi kondisi udara di dalam ruangan.

Penggunaan alat pengkondisian udara dan pencahayaan buatan seringkali dijadikan jalan pintas untuk menanggulangi masalah tersebut di atas, tapi ini tentu akan menambah konsumsi energi listrik yang kita tahu semakin langka dan mahal.

Pada mata kuliah Fisika Bangunan ,Fakultas Teknik jurusan Arsitektur Universitas Katolik Parahyangan penulis mengajarkan 3 cara perhitungan pencahayaan alami:

1. Cara DPMB (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan) dengan tabel faktor langitnya.
2. Cara BRS (Building Research Station) - London dengan protractor dan nomogramnya.
3. Cara pengukuran maket dengan luxmeter di dalam ruang langit buatan.

Cara DPMB merupakan cara yang paling praktis dan sederhana, tapi hasil yang didapat selalu paling kecil dibandingkan kedua cara lainnya.

Inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan cara membandingkan angka-angka pada tabel faktor langit dari DPMB dengan hasil pengukuran maket di ruang langit buatan, dengan harapan akan menemukan suatu jawaban yang logis yang dapat digunakan sebagai dasar dari rumusan yang lebih sederhana tapi akurat.

Dengan harapan rumusan yang sederhana dan akurat akan dapat menarik minat para arsitek untuk mempelajarinya, sehingga penggunaan pencahayaan alami dapat lebih ditingkatkan.

## Pendekatan Permasalahan

Untuk penelitian ini penulis menggunakan metode pengukuran kuat pencahayaan pada maket studi di dalam ruang langit buatan serta membandingkan hasil pengukuran tersebut dengan angka-angka pada tabel faktor langit DPMB.

Penggunaan maket studi pencahayaan dapat menghasilkan perkiraan yang cukup akurat bagi pengukuran kuat pencahayaan alami dalam ruangan. Karena tidak seperti penggunaan maket studi lainnya yang perilaku dan gejalanya tidak dapat di-skala-kan secara tepat (seperti : konduksi thermal, tekukan pada struktur, akustik, dan aliran udara) maka maket studi pencahayaan tidak memerlukan koreksi skala (scaling correction).

Untuk penelitian ini penulis mengambil beberapa variasi ukuran ruang, lubang jendela, serta warna permukaan bagian dalam dari ruangan dengan dasar pertimbangan sebagai berikut:

1. Tiga variasi kedalaman ruangan dengan dasar:
  - a.  $D=2$  meter (standar minimum), dengan kedalaman ruangan 6 meter
  - b.  $D=3$  meter, dengan kedalaman ruangan 9 meter
  - c.  $D=4$  meter, dengan kedalaman ruangan 12 meter (dianggap maksimum)
2. Delapan variasi besar lubang cahaya efektif yang diambil dari variasi fungsi  $H/D$  dan  $L/D$  dari tabel faktor langit DPMB, seperti tertera pada tabel di bawah ini:

H/D	L/D	0.5	1.0	1.5	2.0
0.5		1.39	2.11	2.4	2.52
1.0		3.56	5.57	6.47	6.87

Catatan:

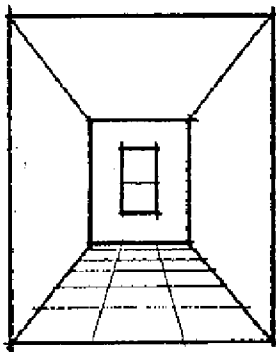
- Variasi ukuran lubang cahaya efektif yang diambil dimulai dari ukuran terkecil 1 x 1 m<sup>2</sup>, hingga ukuran terbesar 4 x 8 m<sup>2</sup>.
- Pada percobaan awal disimpulkan bahwa volume ruangan sangat mempengaruhi hasil pengukuran. Sedangkan untuk mendapatkan besar volume yang sama pada setiap maket studi tentunya tidak memungkinkan, karena ukuran panjang, lebar, dan tingginya sangat bervariasi. Maka untuk membatasi perbedaan ini maka diambil suatu patokan yang sama untuk ukuran lebar (l) dan tinggi (t) ruangan:

$$l = L + 1 \text{ meter (kiri)} + 1 \text{ meter (kanan)}$$
$$= L + 2 \text{ meter}$$

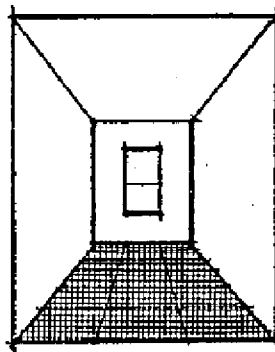
$$t = H + 0.75 \text{ meter (meja kerja)} + 0.75 \text{ meter (plafon)}$$
$$= H + 1.5 \text{ meter}$$

3. Tiga variasi warna permukaan :

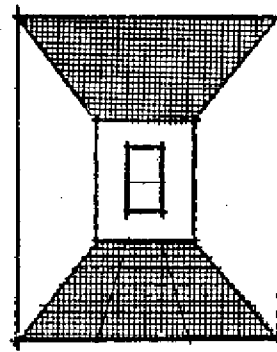
- a. seluruh permukaan berwarna putih
- b. lantai warna abu-abu, dinding dan plafon warna putih
- c. lantai dan plafon abu-abu, dinding putih.



Gambar a.



Gambar b.

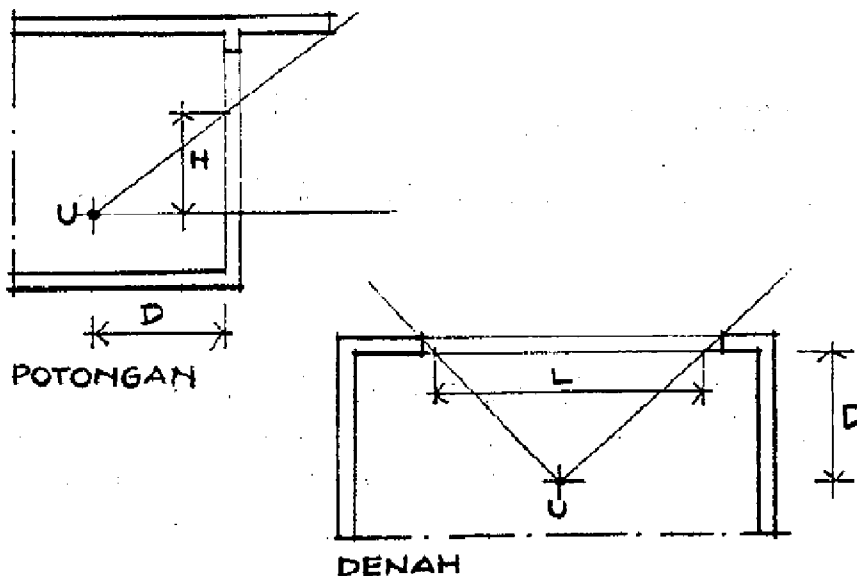


Gambar c.

## Teori Dasar Perhitungan DPMB

### 1. Pengertian Dasar

- Terang Langit** adalah sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat penerangan alami siang hari.
- Langit Perencanaan** adalah langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar perhitungan dimana tingkat penerangannya ditetapkan sebesar 10.000 lux.
- Faktor Langit (fl)** adalah angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran keadaan penerangan alami sianghari di berbagai tempat dalam suatu ruangan (satuan dalam %).
- Titik Ukur** adalah titik di dalam ruangan yang keadaan penerangannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan penerangan seluruh ruangan (dengan syarat jaraknya  $1/3$  d-kedalaman ruangan dan  $\geq 2$  meter dari bidang lubang cahaya).
- Bidang Lubang Cahaya Efektif** adalah bidang vertikal sebelah dalam dari lubang cahaya.
- Lubang Cahaya Efektif Untuk Suatu Titik Ukur** adalah bagian dari lubang cahaya efektif lewat mana titik ukur itu melihat langit (mata pengamat dianggap diletakkan di meja kerja).



## 2. Penetapan Faktor Langit

### a. Dasar Penetapan Nilai Faktor Langit

Penetapan nilai faktor langit didasarkan atas keadaan langit yang terangnya merata atau kriteria langit perancangan untuk Indonesia yang memberikan kekuatan penerangan pada titik di bidang datar di lapangan terbuka sebesar 10.000 lux.

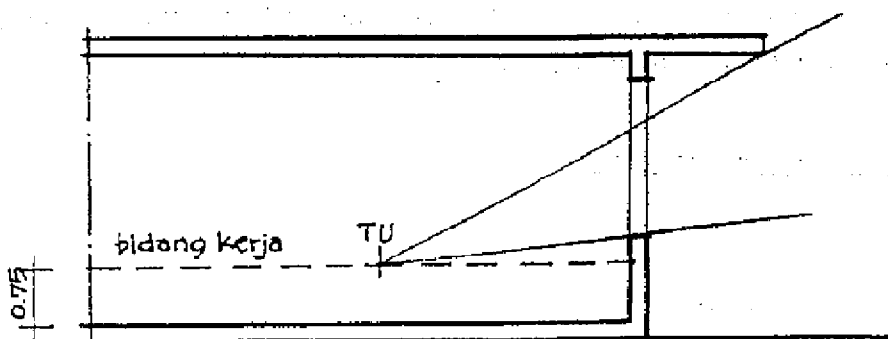
### b. Perhitungan Faktor Langit

Perhitungan besarnya faktor langit untuk titik ukur pada bidang kerja di dalam ruangan dilakukan dengan menggunakan metoda analitis di mana nilai  $f_l$  dinyatakan sebagai fungsi dari  $H/D$  dan  $L/D$  seperti tercantum pada Tabel 4 dengan penjelasan sebagai berikut :

$H$  = tinggi lubang cahaya efektif

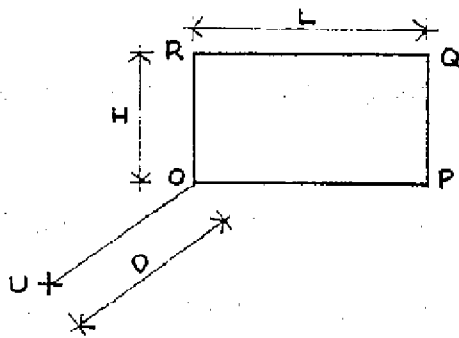
$L$  = lebar lubang cahaya efektif

$D$  = jarak (tegak lurus) dari titik ukur ke bidang lubang cahaya efektif.



### c. Tabel 4 : Faktor Langit sebagai fungsi dari $H/D$ dan $L/D$

Posisi titik ukur  $U$  yang berjarak  $D$  dari lubang cahaya efektif berbentuk persegi panjang  $OPQR$  (tinggi  $H$  dan lebar  $L$ ) sebagaimana tergambar di bawah ini



H dihitung dari O ke atas  
 L H dihitung dari O ke kanan  
 atau ke kiri (sama saja)

**Tabel 4 Faktor Langit sebagai Fungsi dari H/D dan L/D**  
 Nilai Faktor Langit ( fl ) dinyatakan dalam %

H/D L/D	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0
0.1	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12
0.2	0.27	0.30	0.33	0.36	0.38	0.40	0.45	0.47
0.3	0.57	0.65	0.72	0.77	0.82	0.86	0.97	1.01
0.4	0.96	1.09	1.20	1.30	1.38	1.44	1.63	1.71
0.5	1.39	1.59	1.76	1.90	2.02	2.11	2.40	2.52
0.6	1.85	2.12	2.34	2.53	2.69	2.83	3.22	3.39
0.7	2.31	2.64	2.93	3.18	3.38	3.55	4.07	4.29
0.8	2.75	3.16	3.50	3.8	4.05	4.26	4.90	5.18
0.9	3.17	3.63	4.04	4.39	4.69	4.94	5.71	6.04
1.0	3.56	4.09	4.55	4.95	5.29	5.57	6.47	6.87
1.5	4.99	5.77	6.45	7.05	7.58	8.03	9.52	10.23
2.0	5.81	6.74	7.56	8.29	8.94	9.15	11.44	12.43
2.5	6.29	7.31	8.22	9.03	9.76	10.40	12.64	13.85
3.0	6.59	7.66	8.62	9.49	10.27	10.96	13.41	14.78
3.5	6.78	7.89	8.89	9.79	10.60	11.33	13.93	15.42
4.0	6.91	8.04	9.07	10.00	10.83	11.58	14.30	15.88
4.5	7.01	8.15	9.20	10.15	11.00	11.76	14.56	16.21
5.0	7.07	8.24	9.29	10.25	11.12	11.90	14.75	16.45
6.0	7.17	8.34	9.42	10.40	11.28	11.07	15.01	16.79

catatan: tabel di atas hanya mencantumkan sebagian dari data keseluruhan.



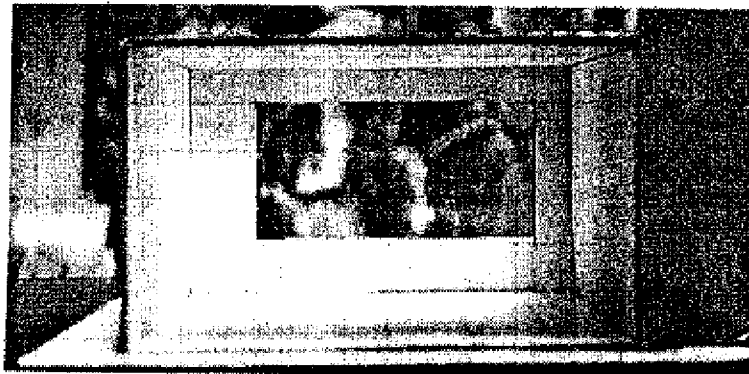
## Proses Penelitian

### 1. Alat Bantu yang Dipakai

Untuk mendukung penelitian ini penulis menggunakan alat bantu dan alat ukur sebagai berikut:

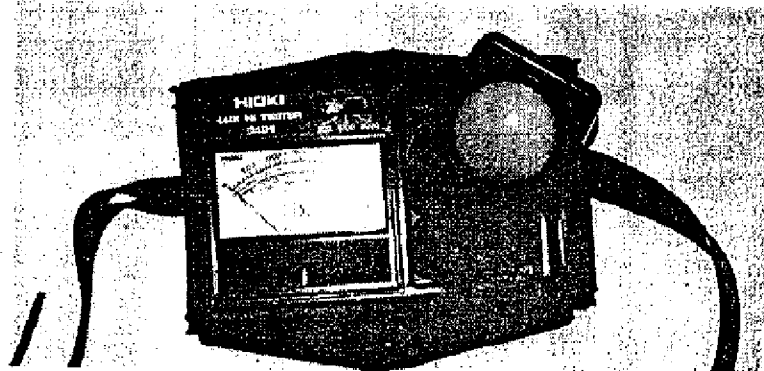
#### a. Maket Studi

- Terbuat dari karton tebal 6mm dan berskala 1 : 25 (d disesuaikan dengan luxmeter yang dipakai.
- Variasi ukuran jendela , volume ruangan, dan kombinasi warna permukaan disesuaikan dengan ketentuan awal.
- Titik Ukur diletakkan di samping dengan jarak 1 meter dari dinding dan berjarak  $\frac{1}{3}$  d dari bidang lubang cahaya efektif.



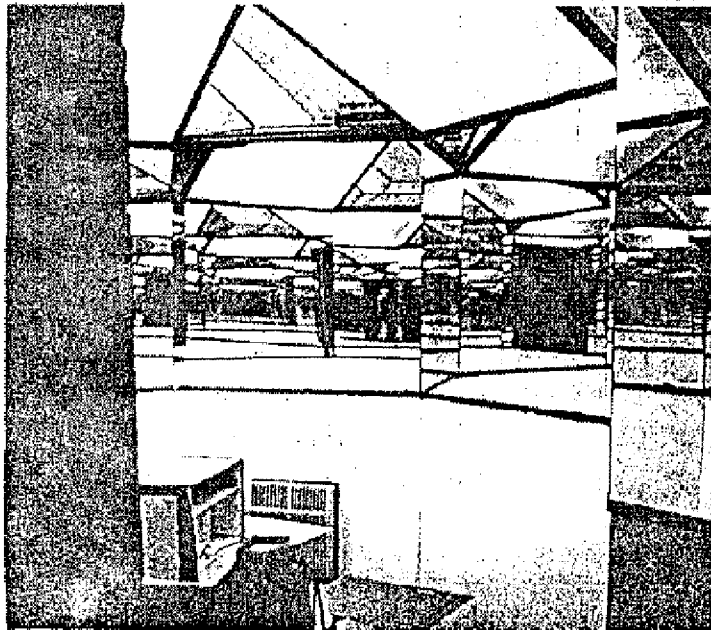
#### b. Luxmeter Merek Hioko

- Untuk mengukur kuat cahaya pada maket studi dalam ruang langit buatan .
- Luxmeter ini memiliki 3 skala kuat cahaya, yaitu 300-1000-3000 lux.



c. Ruang Langit Buatan

- Untuk mendapatkan kuat cahaya yang konstan, maka penulis memilih menggunakan ruang langit buatan milik laboratorium Fisika Bangunan Unpar sebagai tempat melakukan studi maket.
- Kuat cahaya di ruang langit buatan ini : 1500 lux



d. Tabel Faktor Langit DPMB  
( lihat halaman 8)

2. Cara Pengukuran

- Ukur kuat cahaya dari ruang langit buatan dengan cara meletakkan alat sensor dari luxmeter pada meja yang tersedia dan catat angkanya.
- Letakkan maket studi pada meja yang tersedia dan letakkan alat sensor luxmeter pada titik ukur yang telah ditetapkan. Tutup rapat maket, beri seal plester hitam pada setiap sambungannya agar cahaya tidak bocor.
- Catat hasil pengukuran ini dan bandingkan angkanya dengan angka pengukuran pertama untuk mendapatkan angka faktor langit (dalam %).

### 3. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran maket studi ini dikelompokkan menurut abjad sesuai besar lubang cahaya efektif yang merupakan variasi perbandingan fungsi H/D dan L/D sebagai berikut :

H/D	L/D	0.5	1.0	1.5	2.0
0.5		A	B	C	D
1.0		E	F	G	H

Selain itu variasi kombinasi warna permukaan diwakili oleh lambang seperti tertera di bawah ini :

- 000 untuk ruangan berpermukaan putih seluruhnya
- 000 untuk ruangan berlantai abu-abu dan dinding/plafon putih
- 000 untuk ruangan berlantai/plafon abu-abu dan dinding putih

Adapun data tambahan yang mungkin dibutuhkan dalam analisa selanjutnya seperti dimensi lubang cahaya efektif (H/L/D), dimensi ruangan (p/l/t), volume ruangan, luas dinding/lantai/plafon dicatat terpisah sebagai acuan.

Variasi Lubang Cahaya Efektif	Angka Faktor Langit dari Tabel DPMB (%)	Hasil Pengukuran Maket D=2 m	Hasil Pengukuran Maket D=3 m	Hasil Pengukuran Maket D=4 m	
A	000	1.39	3.4	4.46	5.33
	000		2.66	3.13	3.66
	000		2	2	2.33
B	000	2.11	5.2	6.93	8
	000		4.0	4.33	5
	000		3.0	3.13	3.2
C	000	2.4	6.33	8.33	9.53
	000		4.33	5	5.86

000		4.0	4.33	5
000		3.0	3.13	3.2
C 000	2.4	6.33	8.33	9.53
000		4.33	5	5.86
000		3.06	3.33	3.66
D 000	2.52	6.73	9.13	10.66
000		4.53	5.33	6
000		3.2	3.5	4
E 000	3.56	8.33	10.66	11.66
000		7.33	8.66	9.66
000		6.33	7.33	8.0
F 000	5.57	11.33	15.33	17.33
000		10	12	13
000		8.66	10	10.4
G 000	6.47	13.73	17.66	19.66
000		11.33	13.33	14.86
000		9.66	11	12

H 000	6.87	15	18.2	20.33
000		12	13.66	15.33
000		10	11.33	12.33

#### 4. Analisa Hasil Pengukuran

- Dari tabel di atas kita dapat melihat bahwa hasil pengukuran pada maket selalu lebih besar dari angka yang tertera pada tabel faktor langit DPMB.
- Perbedaan yang menyolok terjadi pada ruangan yang seluruh permukaannya berwarna putih:
  - pada maket A besarnya 240-380%
  - pada maket B besarnya 240-379%
  - pada maket C besarnya 260-390%
  - pada maket D besarnya 267-423%
  - pada maket E besarnya 233-327%
  - pada maket F besarnya 203-311%
  - pada maket G besarnya 212-303%
  - pada maket H besarnya 218-295%
- Pada ruangan yang warna permukaannya lebih gelap hasil pengukurannya pun otomatis lebih rendah, terutama pada ruangan yang menggunakan lantai dan plafon abu-abu dimana luas permukaan warna abu-abu dan putih hampir seimbang.
  - pada maket A besarnya 140-160%
  - pada maket B besarnya 142-150%
  - pada maket C besarnya 127-152%
  - pada maket D besarnya 126-158%
  - pada maket E besarnya 177-224%
  - pada maket F besarnya 155-186%
  - pada maket G besarnya 149-185%

- pada maket H besarnya 145-179%
- Selain itu kita juga dapat menemukan bahwa semakin besar nilai D, semakin besar pula hasil pengukurannya:
  - a. Untuk ruangan yang seluruh permukaannya putih:
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=0.5$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 0.87-2.4%
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=1.0$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 1-3.93%
  - b. Untuk ruangan dengan lantai abu-abu:
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=0.5$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 0.33-1.47%
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=1.0$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 1-2%
  - c. Untuk ruangan dengan lantai dan plafon abu-abu:
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=0.5$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 0-0.5%
    - Pada lubang cahaya efektif dengan  $H/D=1.0$ ,  
beda hasil pengukuran berkisar antara 0.4-1.37%

## 5. KESIMPULAN DAN RENCANA PENGEMBANGAN

Dari analisa di atas, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa pantulan dari permukaan dalam ruangan sangat mempengaruhi kuat cahaya yang mencapai titik ukur:

- Penggunaan lantai abu-abu memberi pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan kuat cahaya yang diterima oleh suatu titik ukur dibandingkan dengan penambahan plafon berwarna abu-abu.
- Penurunan kuat cahaya dari ruangan yang seluruhnya putih ke ruangan yang berlantai abu-abu dengan volume yang sama berkisar antara 0.78-5%.
- Penurunan kuat cahaya dari ruangan yang berlantai abu-abu ke ruangan yang lantai dan plafonnya abu-abu hanya berkisar antara 0.67-3%.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan maket dengan permukaan yang seluruhnya abu-abu atau hitam (sehingga faktor pantulan permukaan dapat diabaikan) untuk membuktikan apakah volume ruang yang

lebih besar (akibat dimensi jendela yang lebih besar) juga memberi pengaruh berarti pada kuat cahaya yang tiba di titik ukur.

Pengujian menggunakan cahaya langit sesungguhnya pun perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, walaupun untuk ini mungkin dibutuhkan peralatan yang lebih baik dan waktu yang lebih lama.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan,  
1989 *TATA CARA PERANCANGAN PENERANGAN ALAMI SIANG HARI UNTUK RUMAH DAN GEDUNG*
2. Fuller Moore  
1985 *CONCEPTS AND PRACTISE OF ARCHITECTURAL DAYLIGHTING*
3. OH Koenigsberger, TG Ingersoll, Alan Mayhew, SV Szokolay  
1975 *MANUAL OF TROPICAL HOUSING AND BUILDING*
4. Claude L. Robbins  
1986 *DAYLIGHTING DESIGN AND ANALYSIS*