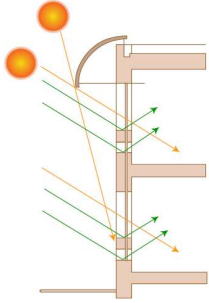


Disain dengan pencahayaan alami siang hari (PASH)



Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

95

Jenis-jenis Cahaya Alami

- **Sunlight** -> cahaya matahari langsung
Harus dijaga supaya jumlahnya tetap terkendali (menghindari silau dan radiasi panas matahari)
- **Daylight** -> cahaya matahari tidak langsung (difus, refleksi dari langit)
Digunakan untuk pencahayaan dan kesehatan lingkungan



Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

96

Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung (SNI 03-2396-2001)

Istilah dan Definisi

- Bidang lubang cahaya efektif :
Bidang vertikal sebelah dalam dari lubang cahaya
- Faktor langit (R) :
Angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran keadaan pencahayaan alami siang hari di berbagai tempat dalam suatu ruangan
- Langit perancangan :
Langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar untuk perhitungan
- Lubang cahaya efektif untuk suatu titik ukur :
Bagian dari bidang lubang cahaya efektif lewat mana titik ukur itu melihat langit
- Terang langit :
Sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat pencahayaan alami siang hari
- Titik ukur :
Titik di dalam ruangan yang keadaan pencahayaannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan pencahayaan seluruh ruangan

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

97

Kriteria Perancangan

- Pencahayaan alami siang hari dapat dikatakan baik apabila :
 - Pada siang hari antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 waktu setempat, terdapat cukup cahaya yang masuk ke dalam ruangan
 - Distribusi cahaya di dalam ruangan cukup merata dan atau tidak menimbulkan kontras yang mengganggu
- Tingkat pencahayaan alami dalam ruangan
Ditentukan oleh tingkat pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama
Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan oleh :
 - hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya
 - ukuran dan posisi lubang cahaya
 - distribusi terang langit
 - bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

98

Kriteria Perancangan (2)

3. Faktor pencahayaan alami siang hari

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

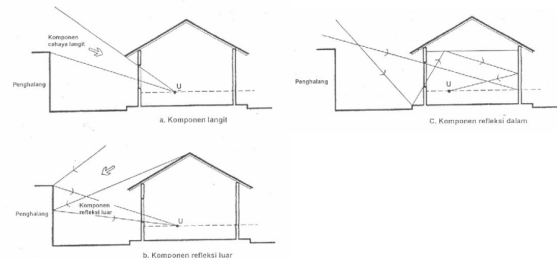
Faktor PASH terdiri dari 3 komponen:

- Komponen langit (faktor langit-fl) yakni komponen pencahayaan langsung dari cahaya langit
- Komponen refleksi luar (faktor refleksi luar-flr) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi benda-benda yang berada di sekitar bangunan yang bersangkutan
- Komponen refleksi dalam (faktor refleksi dalam-frd) yakni komponen pencahayaan yang berasal dari refleksi permukaan-permukaan dalam ruangan, dari cahaya yang masuk ke dalam ruangan akibat refleksi benda-benda di luar ruangan maupun dari cahaya langit

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

99

Faktor PASH



Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

100

Kriteria Perancangan (3)

Persamaan-persamaan untuk menentukan faktor pencahayaan alami :

$$\beta l = \frac{1}{2\pi} \left[\arctan \frac{L}{D} - \frac{1}{\sqrt{1+(H/D)^2}} \arctan \frac{L/D}{\sqrt{1+(H/D)^2}} \right] \quad (1)$$

Keterangan :

L = lebar lubang cahaya efektif

H = tinggi lubang cahaya efektif

D = jarak titik ukur ke lubang cahaya

$$f_{rl} = (f_l)_p \times L_{rata-rata} \quad (2)$$

$$f_{rd} = \frac{r_{rata-rata}}{A(1-R)} \times (CR_{fp} + SR_{sw}) \quad (3)$$

Keterangan :

$(f_l)_p$ = faktor langit jika tidak ada penghalang

$L_{rata-rata}$ = perbandingan antara luminansi penghalang dengan luminansi rata-rata langit

τ_{kaca} = faktor transmisi cahaya dari kaca penutup lubang cahaya, besarnya tergantung pada jenis kaca yang nilainya dapat diperoleh dari katalog yang dikeluarkan oleh produsen kaca tersebut

A = Luas seluruh permukaan dalam ruangan

R = faktor refleksi rata-rata seluruh permukaan

W = luas lubang cahaya

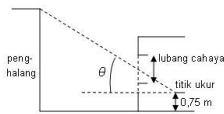
R_{cw} = faktor refleksi rata-rata dari langit-langit dan dinding bagian atas dimulai dari bidang yang melalui tengah-tengah lubang cahaya, tidak termasuk dinding dimana lubang cahaya terletak

C = konstanta yang besarnya tergantung dari sudut penghalang

R_w = faktor refleksi rata-rata lantai dan dinding bagian bawah dimulai dari bidang yang melalui tengah-tengah lubang cahaya, tidak termasuk dinding dimana lubang cahaya terletak.

Konstanta Sudut Penghalang

- Untuk sudut penghalang sebesar θ , konstanta C yang digunakan ialah sbb.:



$\theta(^{\circ})$	C
0	39
10	35
20	31
30	25
40	20
50	14
60	10
70	7
80	5

Langit Perancangan

- Langit yang sering dijumpai, memberikan tingkat pencahayaan pada bidang datar di lapangan terbuka, dengan nilai dekat minimum sedemikian sehingga frekuensi kegagalan untuk mencapainya cukup rendah
-> untuk Indonesia 10 000 lux
- - Langit biru tanpa awan
- Langit yang seluruhnya tertutup awan
- Langit yang terangnya merata di mana-mana (*uniform*) -> di Indonesia

Faktor Pencahayaan Alami Siang Hari

- Perbandingan antara iluminansi horisontal di bidang kerja dalam ruangan (E_i [lux]) terhadap iluminansi horisontal di lapangan terbuka di luar ruangan (E_o [lux]) pada saat yang sama -> $FPASH = (E_i/E_o) \times 100\%$
- Jumlah dari faktor refleksi dalam (FRD), faktor refleksi luar (FRL), dan faktor langit (FL) di suatu titik ukur dalam ruangan
-> $FPASH = FRD + FRL + FL$

Titik Ukur

- Diambil pada bidang datar (bidang kerja) setinggi 0,75 meter di atas lantai
- Titik ukur utama (TUU), diambil pada tengah-tengah kedua dinding samping, pada jarak $d/3$ dari bidang lubang cahaya efektif (d = kedalaman ruangan)
- Titik ukur samping (TUS), diambil pada jarak 0,5 meter dari dinding samping, pada jarak $d/3$ dari bidang lubang cahaya efektif

Kedalaman Ruangan

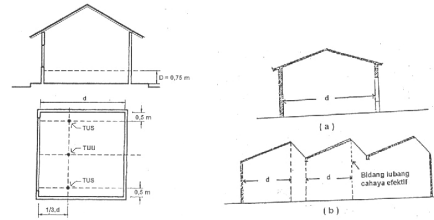
- Jarak antara lubang cahaya efektif dengan dinding seberangnya
- Jika kedua dinding yang berhadapan tidak sejajar, jarak d diambil di tengah antara kedua dinding tsb, atau diambil rata-ratanya
- Untuk ruangan dengan $d \leq 6$ m, ketentuan jarak $d/3$ diganti dengan jarak minimum 2 m

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

107

Kedalaman Ruangan

- Ilustrasi TUU, TUS, dan kedalaman ruangan

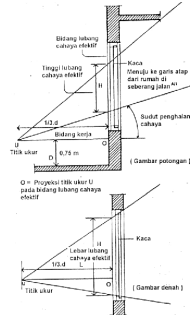


Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

108

Lubang Cahaya Efektif

- Bagian dari bidang lubang cahaya di mana langit dapat terlihat dari titik ukur
- Luasnya dapat lebih kecil dari luas lubang cahaya



Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

109

Klasifikasi Kualitas Pencahayaan

- Kualitas A: kerja halus sekali, pekerjaan cermat terus-menerus, misal: menggambar detil, menjahit kain warna gelap
- Kualitas B: kerja halus, pekerjaan cermat tidak terus-menerus, misal: menulis, membaca, merakit komponen
- Kualitas C: kerja sedang, tanpa konsentrasi besar, misal: pekerjaan kayu
- Kualitas D: kerja kasar, hanya detil-detil besar yang harus dikenal, misal: gudang, lorong lalu lintas orang

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

110

Standar Faktor Langit

- Untuk bangunan umum, FL minimum di TUS sebesar 40% FL minimum di TUU
- Standar FL_{min} di TUU (d dalam meter):

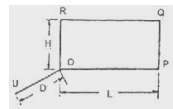
Kualifikasi	FL_{min} di TUU [%]
A	$0,45 d$
B	$0,35 d$
C	$0,25 d$
D	$0,15 d$

Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

111

Perhitungan Faktor Langit

- Dilakukan dengan metoda analisis di mana nilai FL [%] dinyatakan sebagai fungsi dari H/D dan L/D , seperti tercantum dalam tabel 4 SNI 03-2396-2001

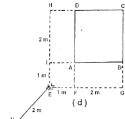


Fisika Bangunan - I Jeffry Handoko P. S.T, M.T

112

Contoh Perhitungan Faktor Langit

- Misalkan diketahui posisi titik ukur dan lubang cahaya efektif sbb.:
- Lubang cahaya ABCD dianggap terdiri dari lubang-lubang:
EGCH dengan $H/D = 1,5$ dan $L/D = 1,5$
(-) EFDH dengan $H/D = 1,5$ dan $L/D = 0,5$
(+) EFAI dengan $H/D = 0,5$ dan $L/D = 0,5$
(-) EGBI dengan $H/D = 0,5$ dan $L/D = 1,5$



Contoh Perhitungan Faktor Langit

- Maka menurut tabel 4 SNI 03-2396-2001, faktor langit di titik ukur U yang disebabkan lubang cahaya ABCD sebesar

$$\begin{aligned} FL &= FL_{EGCH} - FL_{EFDH} + FL_{EFAI} - FL_{EGBI} \\ &= 9,52\% - 4,99\% + 1,39\% - 2,40\% \\ &= 3,52\% \end{aligned}$$

Tabel 4 SNI 03-2396-2001

Nilai Faktor Langit dinyatakan dalam %.

L/D \ H/D	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	0,02	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
0,2	0,05	0,12	0,17	0,22	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,40
0,3	0,13	0,26	0,37	0,48	0,57	0,65	0,72	0,77	0,82	0,86
0,4	0,22	0,43	0,62	0,80	0,95	1,09	1,20	1,30	1,38	1,44
0,5	0,32	0,62	0,91	1,17	1,39	1,59	1,76	1,90	2,02	2,11
0,6	0,42	0,82	1,20	1,55	1,85	2,12	2,34	2,53	2,69	2,83
0,7	0,52	1,02	1,50	1,93	2,31	2,64	2,93	3,18	3,38	3,55
0,8	0,62	1,22	1,78	2,29	2,75	3,25	3,50	3,80	4,05	4,26
0,9	0,71	1,40	2,04	2,64	3,17	3,63	4,04	4,39	4,69	4,94
1,0	0,79	1,56	2,29	2,95	3,56	4,09	4,55	4,95	5,29	5,57
1,5	1,10	2,17	4,13	4,13	4,99	5,77	6,45	7,05	7,58	8,03
2,0	1,27	2,51	4,80	4,80	5,81	6,74	7,56	8,29	8,94	9,51
2,5	1,37	2,70	5,08	5,08	6,29	7,31	8,22	9,03	9,76	10,40
3,0	1,43	2,82	5,16	5,16	6,59	7,68	8,62	9,49	10,27	10,96
3,5	1,47	2,90	5,28	5,28	6,78	7,89	8,89	9,79	10,60	11,33
4,0	1,49	2,96	5,36	5,36	6,91	8,04	9,07	10,00	10,83	11,58
4,5	1,51	2,99	5,41	5,41	7,01	8,15	9,20	10,15	11,00	11,76
5,0	1,53	3,02	5,46	5,46	7,07	8,24	9,29	10,25	11,12	11,90
6,0	1,54	3,06	5,51	5,51	7,17	8,34	9,42	10,40	11,28	12,07

Tabel 4 SNI 03-2396-2001

L/D \ H/D	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
0,1	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
0,2	0,45	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49
0,3	0,97	1,01	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05
0,4	1,63	1,71	1,74	1,76	1,77	1,78	1,78	1,78	1,78
0,5	2,40	2,52	2,57	2,60	2,61	2,63	2,63	2,63	2,63
0,6	3,22	3,39	3,46	3,50	3,52	3,54	3,54	3,54	3,55
0,7	4,07	4,29	4,39	4,4	4,47	4,48	4,50	4,50	4,51
0,8	4,90	5,18	5,31	5,37	5,41	5,43	5,45	5,45	5,46
0,9	5,71	6,04	6,04	6,20	6,28	6,33	6,36	6,39	6,40
1,0	6,47	6,87	7,06	7,16	7,22	7,25	7,28	7,28	7,30
1,5	9,52	10,23	10,59	10,79	10,90	10,97	11,05	11,05	11,08
2,0	11,44	12,43	12,98	13,26	13,44	13,55	13,62	13,67	13,73
2,5	12,64	13,65	14,52	14,92	15,16	15,32	15,42	15,49	15,55
3,0	13,41	14,78	15,58	16,06	16,36	16,56	16,70	16,79	16,81
3,5	13,93	15,42	16,31	16,87	17,22	17,46	17,64	17,74	17,89
4,0	14,30	15,88	16,84	17,45	17,85	18,13	18,32	18,46	18,63
4,5	14,56	16,21	17,23	17,89	18,33	18,63	18,85	19,01	19,21
5,0	14,75	16,45	17,52	18,22	18,69	19,03	19,26	19,44	19,67
6,0	15,01	16,79	17,92	18,68	19,20	19,58	19,85	20,06	20,33

Contoh Penerapan PASH

