

PENCAHAYAAN PADA BANGUNAN *TEST BED*-INSTALASI UJI STATIK

Dany Setiawan

Peneliti Bidang Teknologi Antariksa, Pustekwagan, LAPAN
dansetia@gmail.com

RINGKASAN

Bangunan *Test bed* Instalasi Uji Statik merupakan bangunan tempat dimana roket diletakkan untuk dilakukan uji statik. Kebutuhan akan cahaya penerangan di dalam bangunan *test bed* sangat diperlukan karena pemasangan roket pada *test bed* memerlukan ketelitian yang tinggi agar roket terpasang dengan baik dan kuat. Penerangan bangunan/ruangan terdiri dari 2 jenis yaitu penerangan buatan yang merupakan penerangan dari lampu listrik dan penerangan alami siang hari yang merupakan penerangan yang memanfaatkan terang langit yaitu cahaya Matahari yang terhamburkan oleh atmosfer sebagai sumber cahaya. Umumnya pemanfaatan terang langit ini sudah banyak diterapkan pada bangunan misalnya pembuatan pintu, jendela, dan lubang cahaya yang lainnya, hanya saja pemanfaatannya masih belum optimal. Suatu perencanaan penerangan yang baik akan mempertimbangkan penggunaan serta aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan dalam ruangan tersebut. Dalam makalah ini akan dihitung tingkat penerangan di beberapa titik dalam bangunan *test bed* serta saran saran yang diperlukan agar kualitas penerangan bangunan tersebut sesuai dengan aktivitas kerjanya yaitu pemasangan roket pada *test bed*.

Kata kunci: *Faktor Langit (FL)*, *Faktor Titik Ukur Utama (TUU)*, *Faktor Titik Ukur Samping (TUS)*, *Titik Ukur Tambahan (TUT)*

1 PENDAHULUAN

Perencanaan penerangan suatu bangunan tidak terlepas dari pada penerangan alami siang hari. Hal ini selain untuk faktor keindahan yaitu dengan pemasangan jendela dan lubang cahaya lainnya, yang terutama adalah untuk penghematan energi.

Penerangan alami siang hari ini didefinisikan sebagai penerangan yang memanfaatkan terang langit yaitu cahaya Matahari yang terhamburkan oleh atmosfer.

Terang langit yang masuk pada bagian dalam bangunan akan menerangi bangunan tersebut.

Perbandingan kuat penerangan langsung pada suatu titik dalam bangunan terhadap kuat penerangan pada bidang datar di tempat terbuka pada saat yang sama adalah definisi dari faktor langit.

Adanya sedikit kesulitan dalam pemasangan roket yang lebih presisi pada *test bed*, menimbulkan ide untuk mencoba menghitung tingkat penerangan pada beberapa titik dalam bangunan *test bed* dengan menggunakan teori penerangan alami siang hari.

2 TEORI DASAR

2.1 Pengertian

Ada beberapa pengertian dasar dan istilah yang perlu kita ketahui dalam memahami masalah penerangan alami siang hari dari bangunan yang telah dibakukan oleh **Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan** direktorat **Cipta Karya**. Pengertian dasar dan istilah itu meliputi:

- a. *Terang langit* adalah sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat mengenai penerangan alami siang hari.
- b. *Langit Perencanaan* adalah langit dalam keadaan yang ditetapkan dan dijadikan dasar untuk perhitungan.
- c. *Faktor Langit (fl)* adalah angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran untuk keadaan penerangan alami siang hari di berbagai tempat dalam suatu ruangan.
- d. *Titik Ukur* adalah titik di dalam ruangan yang keadaan penerangannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan penerangan seluruh ruangan.

- e. *Bidang Lubang Cahaya Efektif* adalah bidang vertikal sebelah dalam dari lubang cahaya.
- f. *Lubang Cahaya Efektif Untuk Suatu titik Ukur* adalah bagian dari bidang lubang cahaya efektif lewat mana titik ukur itu melihat langit.

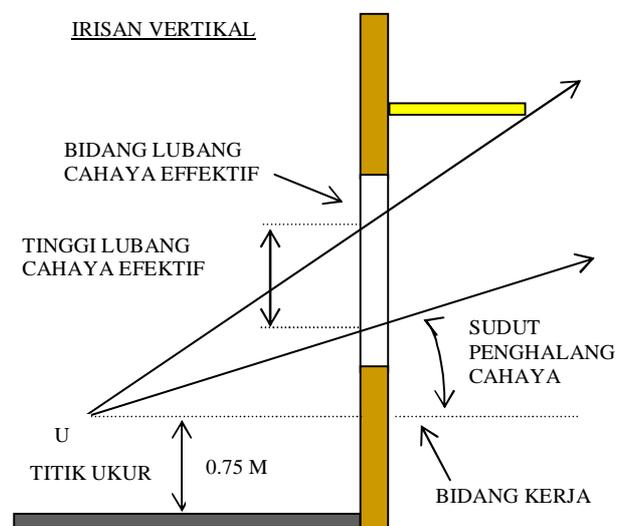
2.2 Ketentuan Dasar

- a. Karena keadaan Terang Langit menunjukkan variabilitas yang besar sekali, maka syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh keadaan langit untuk dipilih dan ditetapkan sebagai Langit Perencanaan adalah :
 - Bahwa keadaan langit yang demikian sering dijumpai.
 - Memberikan kekuatan penerangan pada bidang datar di lapangan terbuka, dengan nilai dekat minimum, sedemikian rendahnya sehingga frekuensi kegagalan untuk mencapai nilai penerangan ini cukup rendah dan tidak mengecewakan.
 - Nilai penerangan tersebut dalam ad. b pasal ini tidak boleh terlampaui rendah sehingga persyaratan teknokonstruktif menjadi terlampaui tinggi.
- b. Sebagai Langit Perencanaan ditetapkan:
 - Langit biru jernih tanpa awan, atau
 - Langit yang seluruhnya tertutup awan abu-abu putih
- c. Langit perencanaan ini memberikan kekuatan penerangan pada titik-titik di bidang datar di lapangan terbuka sebesar 10.000 lux. Untuk perhitungan diambil ketentuan bahwa kekuatan penerangan ini asalnya dari langit yang keadaannya dimana-mana merata terangnya (*uniform brightness distribution*).
- d. Faktor Langit (fl) dari suatu titik pada suatu bidang di dalam suatu ruangan adalah angka perbandingan antara kekuatan penerangan langsung dari langit pada titik di bidang tersebut dan kekuatan penerangan oleh terang langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada saat yang sama.
- e. Titik Ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada ketinggian 0.75

meter di atas lantai. Bidang datar tersebut di sebut *bidang kerja*.

- f. Dalam perhitungan di gunakan dua jenis titik ukur:
 - *Titik Ukur Utama (TUU)* diambil pada tengah-tengah antara kedua dinding samping, yang berada pada jarak $1/3$ d dari bidang lubang cahaya efektif.
 - *Titik Ukur Samping (TUS)* diambil pada jarak 0.50 meter dari dinding samping, yang juga berada pada jarak $1/3$ d dari bidang lubang cahaya efektif.
- d adalah ukuran ke dalam yang diukur mulai dari bidang lubang cahaya efektif hingga pada dinding seberangnya dalam ruangan yang hendak dihitung penerangannya.
- g. Bila suatu ruangan mendapatkan penerangan dari langit melalui lubang-lubang cahaya di beberapa dinding, maka masing-masing dinding ini mempunyai bidang lubang cahaya efektifnya sendiri.

Umumnya lubang cahaya efektif dapat berbentuk dan berukuran lain dari lubang cahaya itu sendiri. Hal ini antara lain dapat disebabkan oleh penghalang cahaya dari bangunan lain dan atau pohon serta bagian-bagian dari bangunan itu sendiri yang karena menonjol seperti balkon dan lain lain. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1: Konstruksi lubang cahaya efektif

2.3 Kualitas Penerangan dan Klasifikasi Derajat Bangunan

Untuk dapat memenuhi persyaratan umum mengenai penerangan alami siang hari dari ruangan-ruangan dalam bangunan, maka persyaratan perlu dihubungkan dengan *kualitas penerangan* yang diinginkan dan dihubungkan dengan *klasifikasi derajat bangunannya*.

Kualitas penerangan yang harus dan layak disediakan ditentukan oleh:

- Penggunaan ruangan, khususnya ditinjau dari segi beratnya pembebanan pada mata oleh aktivitas yang harus dilakukan dalam ruangan itu.
- Lamanya waktu aktivitas dengan daya mata yang tinggi dan sifat aktivitasnya. Sifat aktivitas dapat secara terus menerus meminta perhatian dan penglihatan yang tepat, atau dapat pula secara periode-periode pendek dengan meminta daya mata yang amat tinggi tetapi sering diselingi dengan periode dimana mata dapat diistirahatkan.

Penggolongan kualitas penerangan adalah sebagai berikut:

Kualitas A : Kerja halus sekali, pekerjaan cermat terus menerus, seperti menggambar detail kecil, menggravir, menjahit kain warna gelap dan sebagainya.

Kualitas B : Kerja halus, pekerjaan cermat tidak secara intensif terus menerus, seperti menulis membaca, pembuatan alat atau perakitan komponen-komponen kecil, dan sebagainya.

Kualitas C : Kerja sedang, pekerjaan tanpa konsentrasi yang besar dari si pelaku, seperti pekerjaan kayu, *montage* onderdil yang agak besar dan sebagainya.

Kualitas D : Kerja kasar, pekerjaan dimana hanya detail-detail yang besar harus dikenal, seperti pada

gudang, lorong lalu-lintas orang dan sebagainya.

Sedangkan untuk *klasifikasi derajat bangunan* adalah sebagai berikut:

- Kelas I : Bangunan representatif, misalnya gedung MPR/DPR, kantor Gubernur, dan sebagainya.
- Kelas II : Bangunan baik, misalnya hotel, gedung pertemuan, kantor, gedung olah raga, dan sebagainya.
- Kelas III : Bangunan biasa.

3 SYARAT-SYARAT TEKNIS

Ada beberapa persyaratan teknis yang harus diperhatikan dalam masalah penerangan alami siang hari ini, yaitu:

- Faktor Langit (fl)* dari titik ukur harus sekurang-kurangnya memenuhi nilai-nilai minimum (fl_{min}) yang tertera dalam Tabel 3-1, satu dan lainnya dipilih menurut klasifikasi derajat bangunan dan kualitas penerangan yang dikehendaki dan direncanakan untuk bangunan tersebut.
- Nilai dari fl_{min} dalam persentase untuk ruangan-ruangan dalam BANGUNAN UTILITAS untuk TUU:

Tabel 3-1: FL_{min} BERDASARKAN KLASIFIKASI BANGUNAN

Kualitas Penerangan	Klasifikasi Bangunan		
	I	II	III
A	0.50 d	0.45 d	0.35 d
B	0.40 d	0.35 d	0.30 d
C	0.30 d	0.25 d	0.20 d
D	0.20 d	0.15 d	0.10 d

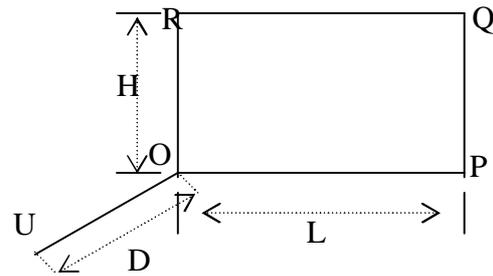
4 FAKTOR LANGIT SEBAGAI FUNGSI DARI H/D DAN L/D

Perhitungan besarnya faktor langit untuk titik ukur pada bidang kerja di dalam ruangan dilakukan dengan menggunakan metode analistis dimana nilai fl dinyatakan sebagai fungsi dari H/D dan L/D seperti tercantum dalam Tabel 4-1, dengan catatan:

H adalah tinggi lubang cahaya efektif
 L adalah lebar lubang cahaya efektif, dan
 D adalah jarak titik ukur ke bidang lubang cahaya efektif.

Posisi titik ukur U, yang jauhnya D dari lubang cahaya efektif, berbentuk persegi

panjang OPQR (tinggi H dan lebar L) sebagaimana dilukiskan pada Gambar 4-1.



Gambar 4-1: Faktor langit sebagai fungsi dari H/D dan L/D

Ukuran H dihitung dari O ke R. Ukuran L dihitung dari O ke P, atau sebaliknya. Angka-angka faktor langit dinyatakan dalam %.

Tabel 4-1: FAKTOR LANGIT SEBAGAI FUNGSI DARI H/D DAN L/D

L/D \ H/D	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
0.1	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
0.2	0.06	0.12	0.17	0.22	0.27	0.30	0.33	0.36	0.38	0.40	0.45	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49
0.3	0.13	0.26	0.37	0.48	0.57	0.65	0.72	0.77	0.82	0.86	0.97	1.01	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05
0.4	0.22	0.43	0.62	0.80	0.96	1.09	1.20	1.30	1.38	1.44	1.63	1.71	1.74	1.76	1.77	1.78	1.78	1.78	1.78
0.5	0.32	0.62	0.91	1.17	1.39	1.59	1.76	1.90	2.02	2.11	2.40	2.52	2.57	2.60	2.61	2.62	2.63	2.63	2.63
0.6	0.42	0.82	1.20	1.55	1.85	2.12	2.34	2.53	2.69	2.83	3.22	3.39	3.46	3.50	3.52	3.54	3.54	3.55	3.55
0.7	0.52	1.02	1.50	1.93	2.31	2.64	2.93	3.18	3.38	3.55	4.07	4.29	4.39	4.44	4.47	4.48	4.49	4.50	4.51
0.8	0.62	1.22	1.78	2.29	2.75	3.16	3.50	3.8	4.05	4.26	4.90	5.18	5.31	5.37	5.41	5.43	5.44	5.45	5.46
0.9	0.71	1.40	2.04	2.64	3.17	3.63	4.04	4.39	4.69	4.94	5.71	6.04	6.20	6.28	6.33	6.36	6.37	6.39	6.40
1.0	0.79	1.56	2.29	2.95	3.56	4.09	4.55	4.95	5.29	5.57	6.47	6.87	7.06	7.16	7.22	7.25	7.27	7.28	7.30
1.5	1.10	2.17	3.18	4.13	4.99	5.77	6.45	7.05	7.58	8.03	9.52	10.23	10.59	10.79	10.90	10.97	11.02	11.05	11.08
2.0	1.27	2.51	3.69	4.80	5.81	6.74	7.56	8.29	8.94	9.51	11.44	12.43	12.96	13.26	13.44	13.55	13.62	13.67	13.73
2.5	1.37	2.70	3.98	5.18	6.29	7.31	8.22	9.03	9.76	10.40	12.64	13.85	14.52	14.92	15.16	15.32	15.42	15.49	15.58
3.0	1.43	2.82	4.16	5.42	6.59	7.66	8.62	9.49	10.27	10.96	13.41	14.78	15.58	16.06	16.36	16.56	16.70	16.79	16.91
3.5	1.47	2.90	4.28	5.58	6.78	7.89	8.89	9.79	10.60	11.33	13.93	15.42	16.31	16.87	17.22	17.46	17.63	17.74	17.89
4.0	1.49	2.96	4.36	5.68	6.91	8.04	9.07	10.00	10.83	11.58	14.30	15.88	16.84	17.45	17.85	18.13	18.32	18.46	18.63
4.5	1.51	2.99	4.41	5.76	7.01	8.15	9.20	10.15	11.00	11.76	14.56	16.21	17.23	17.89	18.33	18.63	18.85	19.01	19.21
5.0	1.53	3.02	4.46	5.81	7.07	8.24	9.29	10.25	11.12	11.90	14.75	16.45	17.52	18.22	18.69	19.03	19.26	19.44	19.67
6.0	1.54	3.06	4.51	5.88	7.17	8.34	9.42	10.40	11.28	12.07	15.01	16.79	17.92	18.68	19.20	19.58	19.85	20.06	20.33

5 PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dihitung besarnya faktor langit untuk setiap titik pada bangunan *test bed*. Bangunan *test bed* yang diteliti ada 4 buah yaitu bangunan *test bed* untuk roket RX 100, RX 150, RX 250 dan RX 320 dengan dimensi masing masing sebagai berikut:

- *Test bed* A untuk roket RX 100, RX 150 lebar 3.30 m, panjang 4.60 m dan tinggi 2.60 m.
- *Test bed* B untuk roket RX 150: lebar 3.30 m, panjang 3.20 m dan tinggi 2.60 m.
- *Test bed* C untuk roket RX 250: lebar 4.80 m, panjang 8.00 m dan tinggi 3.00 m.
- *Test bed* D untuk roket RX 320: lebar 4.80 m, panjang 8.00 m dan tinggi 3.00 m.

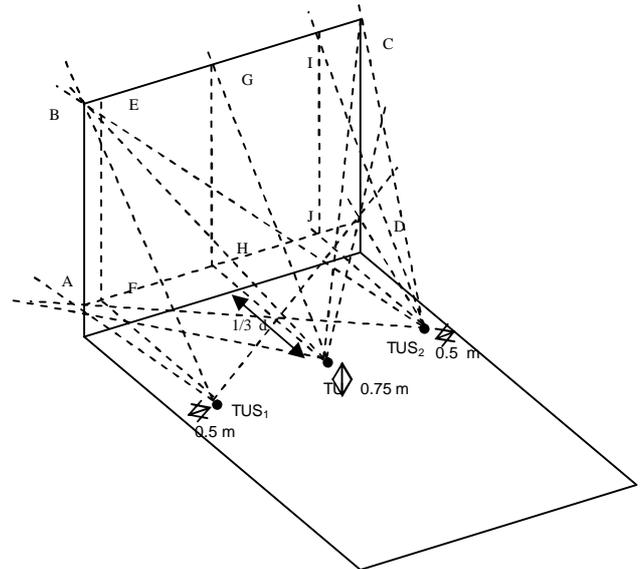
Lubang cahaya di sini merupakan pintu depan bangunan *test bed* seperti ditunjukkan pada Gambar 5-1 dan Gambar 5-2, dengan titik-titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5-3 s.d Gambar 5-6.



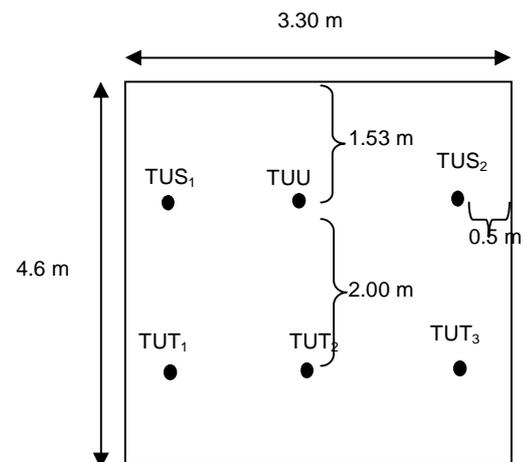
Gambar 5-1: Bangunan Test Bed RX 100 dan RX 150



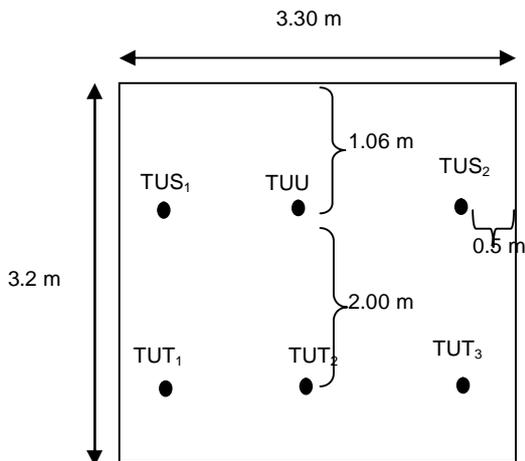
Gambar 5-2: Bangunan Test Bed RX 250 dan RX 320



Gambar 5-3: Denah Lubang cahaya dan titik ukur



Gambar 5-4: Denah lantai dan titik ukur untuk bangunan test bed A



Gambar 5-5: Denah lantai dan titik ukur untuk bangunan test bed B

$$\begin{aligned} FL_{Tus2} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 8.00 + 2.88 \\ &= 10.88 \% \end{aligned} \quad (5-3)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 0.47 + 2.01 \\ &= 2.48 \% \end{aligned} \quad (5-4)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut2} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 1.41 + 1.41 \\ &= 2.82 \% \end{aligned} \quad (5-5)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut3} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 2.01 + 0.47 \\ &= 2.48 \% \end{aligned} \quad (5-6)$$

• Faktor Langit untuk Test bed roket B

$$\begin{aligned} FL_{Tuu} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 10.45 + 10.45 \\ &= 20.90 \% \end{aligned} \quad (5-7)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tus1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 5.32 + 11.59 \\ &= 16.91 \% \end{aligned} \quad (5-8)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tus2} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 11.59 + 5.32 \\ &= 16.91 \% \end{aligned} \quad (5-9)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 0.66 + 2.72 \\ &= 3.38 \% \end{aligned} \quad (5-10)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut2} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 4.39 + 4.39 \\ &= 8.78 \% \end{aligned} \quad (5-11)$$

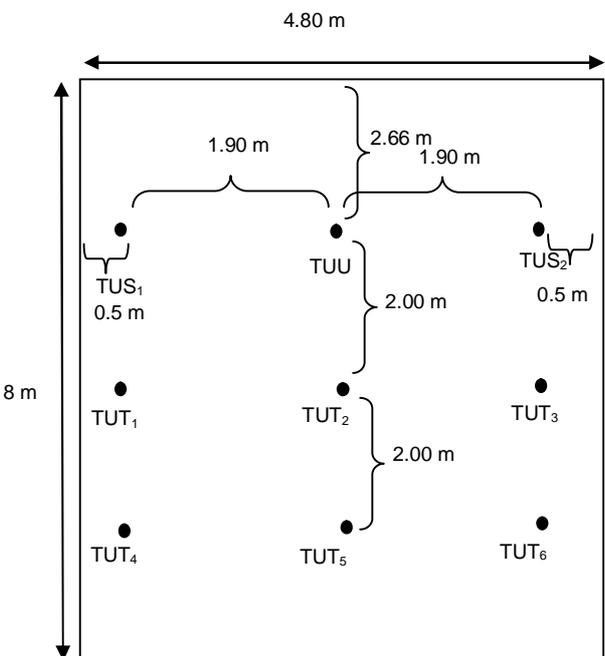
$$\begin{aligned} FL_{Tut3} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 2.72 + 0.66 \\ &= 3.38 \% \end{aligned} \quad (5-12)$$

• Faktor Langit untuk Test bed roket C dan D

$$\begin{aligned} FL_{Tuu} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 4.37 + 4.37 \\ &= 8.74 \% \end{aligned} \quad (5-13)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tus1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 1.25 + 5.37 \\ &= 6.62 \% \end{aligned} \quad (5-14)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tus2} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 5.37 + 1.25 \\ &= 6.62 \% \end{aligned} \quad (5-15)$$



Gambar 5-6: Denah lantai dan titik ukur untuk bangunan test bed C dan D

Dimana:

T_{uu} = Titik ukur utama

T_{us} = Titik ukur samping

T_{ut} = Titik ukur tambahan

Berdasarkan hasil perhitungan, maka faktor langit untuk masing-masing test bed, adalah sebagai berikut:

• Faktor Langit untuk Test bed roket A

$$\begin{aligned} FL_{Tuu} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 6.78 + 6.78 \\ &= 13.56 \% \end{aligned} \quad (5-1)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tus1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 2.88 + 8.00 \\ &= 10.88 \% \end{aligned} \quad (5-2)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut1} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 0.33 + 1.91 \\ &= 2.24 \% \end{aligned} \quad (5-16)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut2} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 1.36 + 1.36 \\ &= 2.72 \% \end{aligned} \quad (5-17)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut3} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 1.91 + 0.33 \\ &= 2.24 \% \end{aligned} \quad (5-18)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut4} &= FL_{ABEF} + FL_{ECDF} \\ &= 0.17 + 0.88 \\ &= 1.05 \% \end{aligned} \quad (5-19)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut5} &= FL_{ABGH} + FL_{HGCD} \\ &= 0.46 + 0.46 \\ &= 0.92 \% \end{aligned} \quad (5-20)$$

$$\begin{aligned} FL_{Tut6} &= FL_{ABIJ} + FL_{ICDJ} \\ &= 0.88 + 0.17 \\ &= 1.05 \% \end{aligned} \quad (5-21)$$

Dengan mengklasifikasikan bangunan *test bed* merupakan bangunan biasa (kelas 3) dan aktivitas kerja yang ada dimasukkan pada kualitas B (kerja halus, tidak terus menerus seperti perakitan komponen-komponen kecil, baut, sekrup dan lain-lain), dari Tabel 3-1, kita dapatkan FL_{min} yang masih diijinkan untuk masing-masing bangunan *test bed* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Test bed A } FL_{min} &= 0.30 \text{ d} = 0.30 \times 4.6 = \\ &1.38 \% \end{aligned} \quad (5-22)$$

$$\begin{aligned} \text{Test bed B } FL_{min} &= 0.30 \text{ d} = 0.30 \times 3.2 = \\ &0.96 \% \end{aligned} \quad (5-23)$$

$$\begin{aligned} \text{Test bed C } FL_{min} &= 0.30 \text{ d} = 0.30 \times 8.0 = \\ &2.40 \% \end{aligned} \quad (5-24)$$

$$\begin{aligned} \text{Test bed D } FL_{min} &= 0.30 \text{ d} = 0.30 \times 8.0 = \\ &2.40 \% \end{aligned} \quad (5-25)$$

Dari hasil perhitungan terhadap titik ukur utama dan samping serta titik ukur tambahan pada test bed A dan B terlihat bahwa titik-titik ukur tersebut telah mencapai harga fl_{min} yang diijinkan sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan sedangkan untuk test bed C dan D pada titik ukur tambahan nilai FL_{min} nya berada di bawah nilai FL_{min} yang diijinkan sehingga untuk aktivitas kerja pemasangan

roket diperlukan penerangan tambahan berupa penerangan listrik atau senter.

Catatan:

Dalam teori Penerangan Alami Siang Hari, Suatu ruangan hanya mempunyai satu buah titik ukur utama T_{uu} dan dua buah titik ukur samping T_{us} . Untuk ruangan yang lebih luas dibutuhkan beberapa buah titik ukur tambahan T_{ut} .

6 PENUTUP

- Bangunan *test bed* diklasifikasikan pada bangunan biasa (kelas 3) dan aktivitas kerja yang ada dimasukkan pada kualitas B (kerja halus, tidak terus menerus seperti perakitan komponen-komponen kecil, baut, sekrup dan lain-lain).
- Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa, bangunan *test bed* A dan B memenuhi standar penerangan yang diijinkan sedangkan untuk *test bed* C dan D diperlukan penerangan tambahan, ini dikarenakan pemasangan roket terletak pada titik ukur-titik ukur yang ada di bagian belakang.
- Dengan memanfaatkan penerangan alami siang hari, secara tidak langsung kita dapat menghemat energi dalam hal ini energi listrik.

DAFTAR RUJUKAN

- Dept PU, Dirjen Cipta Karya, 1981. *Penerangan Alami Siang Hari*.
- Hopkinson, R .G. 1961. *Architectural Physics Lighting*, Her Majesty's Stationery, London.
- Hopkinson, R.G. & Petherbridge, P & Longmore, J., 1966. *Day Lighting*, Heinemann.
- I.E.S. *Lighting Handbook*, 1981. Illumination Engineering Society, Fifth Edition.
- ITB. *Catatan kuliah Fisika bangunan penerangan*. Jurusan Teknik Fisika.
- Lynes, J.A, 1968. *Principles of Natural Lighting*. Elsevier.
- Walsh, J. W. T, 1961. *The Science of Daylight*, First Published, Mac Donald & Co, London.

