

Analisis Kesesuaian Tata Cahaya Lampu *Light Emitting Diode* (LED) Di Ruang Kelas PPSDM KEBTKE Berdasarkan Standar SNI-6197-2020

Arief Indarto

PPSDM KEBTKE, Jakarta

INFORMASI NASKAH

Diterima : 9 November 2023
Direvisi : 18 November 2023
Disetujui : 25 November 2023
Terbit : 25 November 2023

Email korespondensi:
arief.indarto@esdm.go.id

Laman daring:
<https://doi.org/10.37525/mz/2023-2/547>

ABSTRAK

Lampu LED telah digunakan di ruang kelas PPSDM KEBTKE yang bertujuan untuk penghematan energi dengan penggunaan daya (watt) yang rendah dan kenyamanan belajar di ruang kelas dengan intensitas cahaya lampu yang memenuhi persyaratan. Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan membandingkan kesesuaian temperature warna lampu, indeks renderensi warna dan hasil pengukuran intensitas cahaya serta perhitungan intensitas daya penerangan terhadap luas ruangan dan efikasi lampu dengan Standar SNI-6197-2020. Tata cahaya ruang kelas telah di standarisasi sesuai SNI-6197-2011 konservasi-energi-sistem-pencahayaan sebagaimana telah di revisi menjadi SNI-6197-2020 konservasi-energi-sistem-pencahayaan. Beberapa parameter standar yang mengatur Ruang Kelas adalah tingkat pencahayaan (iluminans) ruang belajar sebesar 350 lux, intensitas daya penerangan sebesar 11,95 watt/m², efikasi lampu LED 100–120 lumen/watt serta temperatur warna lampu warna putih netral (*warm white*) < 3300 s.d. > 5500Kelvin dan indeks renderasi warna minimal 80. Paper ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian tata cahaya Lampu LED di ruang kelas PPSDM KEBTKE dengan SNI-6197-2020 tentang konservasi-energi-sistem-pencahayaan. Hasil analisis menunjukkan tingkat pencahayaan (iluminans) ruang kelas rata rata sebesar 382 lux diatas standar 350 lux, intensitas daya lampu sebesar sebesar 2,7 watt/ m² yang menunjukkan penggunaan daya listrik per m² sebesar 2,7 watt masih dibawah standar maksimal densitas daya lampu Ruang kelas 11,95 watt/m² , nilai efikasi lampu sebesar 111 lumen/watt sesuai dengan standar efikasi lampu LED 100–120 lumen/watt, temperatur warna lampu LED 4000 Kelvin sesuai tampak warna putih netral (*warm white*) < 3300 s.d. > 5500 Kelvin, memiliki Renderasi warna (R_a) antara 70 s.d. 95 sesuai standar indeks renderasi warna minimal 80.

Kata Kunci: SNI-6197-2020, tingkat pencahayaan, intensitas daya lampu, efikasi lampu, suhu warna lampu dan indeks renderasi warna.

ABSTRACT

LED lights have been used in PPSDM KEBTKE classrooms with the aim of saving energy by using low power (watts) and comfortable learning in classrooms with light intensity that meets the requirements. The research methodology used is to compare the suitability of the color temperature of the lamp, the color rendering index and the results of light intensity measurements as well as the calculation of lighting power intensity to room area and lamp efficacy with the SNI-6197-2020 standard. Classroom lighting has been standardized according to SNI-6197-2011 energy-conservation-lighting-systems as revised to SNI-6197-2020 energy-conservation-lighting-systems. Some of the standard parameters that regulate classrooms are the lighting level (illuminance) of study rooms of 350 lux, lighting power intensity of 11.95 watts/m², LED light efficacy of 100–120 lumens/watt and color temperature of neutral white lights (warm white). < 3300 s.d. > 5500 Kelvin and a minimum color rendering index of 80. This paper aims to analyze the suitability of LED lighting in PPSDM KEBTKE classrooms with SNI-6197-2020 concerning energy-conservation-lighting-systems. The results of the analysis show that the average classroom lighting level (illuminance) is 382 lux above the standard of 350 lux, the lamp power intensity is 2.7 watts/m² which shows that the use of electrical power per m² is 2.7 watts, still below the maximum standard lamp power density. Classroom 11.95 watts/m², lamp efficacy value of 111 lumens/watt in accordance with LED lamp efficacy standards of 100–120 lumens/watt, lamp color temperature 4000 Kelvin according to the appearance of neutral white (warm white) < 3300 to 3300 Kelvin. > 5500 Kelvin, has a color rendering (Ra) between 70 s.d. 95 according to the minimum color rendering index standard of 80.

Keywords: SNI-6197-2020, lighting level, lamp power intensity, lamp efficacy, lamp color temperature and color rendering index

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi listrik dimanfaatkan di berbagai sektor yaitu sektor industri, komersial, transportasi dan sektor rumah tangga serta sektor publik. Salah satu pemanfaatan energi listrik adalah untuk tata cahaya/penerangan.

Kualitas cahaya adalah dimana tingkat iluminasi yang sesuai dengan kebutuhan manusia yang menggunakan suatu area. Kebutuhan manusia akan pencahayaan dapat dikategorikan dalam 6 (enam) pendekatan (TUV Nord, et al., 2013), yaitu :

- Kinerja visual
- Kinerja visual lanjutan (seperti membaca, makan, menjahit, berjalan)
- Interaksi sosial dan komunikasi
- Kondisi kejiwaan (gembira, siaga, puas)
- Kesehatan dan keselamatan
- Estetika (kajian penampakan ruang atau tata cahaya)

Pendekatan di atas konsisten dengan

pendekatan pada riset untuk lingkungan yang lain yang berkaitan dengan kondisi kerja pada hasil tingkat individu dan organisasi.

Prinsip tata cahaya yang efisien berkaitan dengan Standar daya listrik maksimum untuk pencahayaan (Watt/m²), tingkat pencahayaan untuk berbagai kegunaan (Lux), konsumsi daya berbagai jenis lampu dan tipe ballast (Watt), teknologi sistem pencahayaan, daya guna lampu (Lumen/Watt), pengoperasian dan pemeliharaan yang efisien, dan cara memaksimalkan cahaya alami. (Republik Indonesia, Kementerian ESDM, DJEBTKE, 2020).

Standar tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan yang antara lain mengatur standar tingkat pencahayaan rata-rata dan renderensi warna minimum untuk berbagai fungsi ruangan, Salah satu yang distandarisasi adalah Lembaga Pendidikan yang meliputi: Ruang kelas, Ruang baca perpustakaan, Laboratorium, Ruang praktek computer, Ruang laboratorium Bahasa, Ruang guru/pengajar, Ruang gambar, dsb. Selain itu juga ditetapkan standar untuk densitas daya lampu

maksimum, dan temperature warna cahaya (SNI 6197:2020).

Beberapa penulis telah melakukan penelitian di bidang lampu LED, antara lain: Analisis Efisiensi daya Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Optimalisasi di Jalan dr.Wahidin dari lampu SON 250 Watt ke Lampu LED 120 Watt (Edi Muljo, 2022). Perancangan *Heatsink* Untuk Lampu LED Menggunakan Simulasi CFD. (Rini Anggraini, et al., 2020).

Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian tata cahaya lampu LED ruang belajar di salah satu ruang belajar Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (PPSDM KEBTKE), Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 6197:2020

B. Asumsi Permasalahan

Berdasarkan bahasan diatas maka dapat diformulasikan asumsi permasalahan, yaitu:

- a. Intensitas Daya Lampu (Watt/m²) LED ruang kelas belum sesuai standar.
- b. Tingkat pencahayaan (Lux) rata-rata LED ruang kelas belum sesuai standar.
- c. Efikasi lampu (Lumen/Watt) LED ruang kelas belum sesuai dengan standar.
- d. Temperatur warna cahaya, renderensi warna LED belum sesuai standar.

Untuk menjawab formulasi permasalahan tersebut maka akan dilakukan pengukuran, perhitungan dan identifikasi penggunaan tata cahaya lampu LED di ruang belajar PPSDM KEBTE.

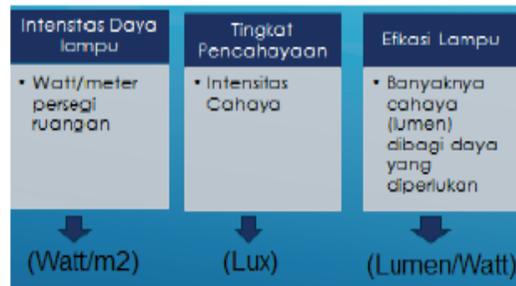
C. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari tulisan ini adalah:

- a. Memperoleh data dan fakta tata cahaya ruang kelas di PPSDM KEBTE
- b. Mengaplikasikan ilmu pengetahuan tata cahaya lampu
- c. Dapat dimanfaatkan sebagai referensi pengajaran di PPSDM KEBTKE
- d. Memberikan umpan balik kepada manajemen PPSDM KEBTE

D. Landasan Teori

D.1. Parameter Efisiensi Lampu



Gambar 1. Parameter Efisiensi Lampu (DJEPTKE, 2020)

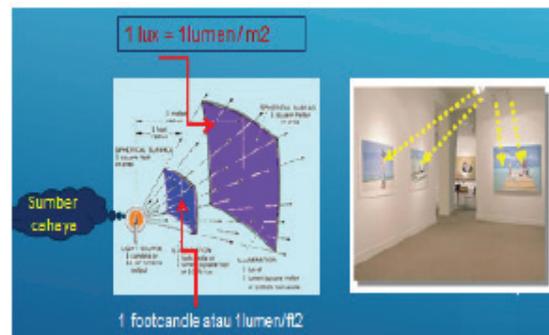
Parameter efisiensi sistem pencahayaan gedung adalah intensitas daya lampu, tingkat pencahayaan, dan efikasi lampu sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1

D.2. Intensitas/Tingkat Pencahayaan (lux)

Tingkat pencahayaan (iluminansi) adalah fluks luminus yang datang pada permukaan atau hasil bagi antara fluks cahaya dengan luas permukaan yang disinari dinyatakan dalam lux.

Lux adalah ukuran satuan cahaya (sumber Cahaya) sebesar 1 lumen dipancarkan pada luas bidang 1 m² dengan jarak 1 m seperti tampak pada gambar 2.

Dengan demikian 1 lux = 1 lumen/m² atau dapat dinyatakan dalam satuan 1 lumen/ft² atau 1 footcandle.



Gambar 2. Tingkat Pencahayaan (DJEPTKE, 2020)

Tingkat pencahayaan minimal yang direkomendasikan pada pencahayaan buatan sesuai fungsi ruangan diatur dalam SNI.

Sesuai SNI 6197:2011 Ruang kelas harus memiliki tingkat pencahayaan rata-rata 350 lux, kelompok renderansi warna 1 atau 2 (Ra

indeks 61% ~ 80% atau 81% ~ 100%) dan dapat digunakan temperature warna *warm white* atau *Cool daylight*. Sedangkan pada SNI 6197:2020 mensyaratkan tingkat pencahayaan rata-rata 350 lux dan Renderasi Warna minimum 80.

D.3. Densitas Daya Lampu ($watt/m^2$)

Daya listrik maksimum per meter persegi tidak boleh melebihi nilai sebagaimana tercantum dalam SNI 6197:2020.

Sesuai SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi Sistem pencahayaan untuk Ruang Kelas dipersyaratkan menggunakan lampu hemat energi dengan memperhatikan Densitas Daya Lampu Maksimum $11,95 \text{ Watt}/m^2$ dan tingkat pencahayaan (lux) adalah 350 lux yang ditetapkan sebagai kondisi perancangan.

D.4. Efikasi Lampu ($lumen/watt$)

Indikator efisiensi lampu adalah efikasi yaitu banyaknya cahaya (lumen) yang dihasilkan lampu dibagi dengan daya listrik yang diperlukan (gambar 3.), satuan efikasi adalah lumen/Watt atau Efikasi luminus adalah perbandingan lumen yang dipancarkan oleh lampu terhadap konsumsi daya listrik (Watt).



Gambar 3. Efikasi lampu (DJEBTKE, 2020)

Efikasi lampu seperti dalam Tabel 1 didasarkan pada lumen output dimana lampu masih baru dan daya listrik yang diperlukan oleh lampu, termasuk daya listrik yang dibutuhkan oleh ballast yang menyatu dengan lampu. Efikasi (L/W) dan umur pakai lampu tergantung dari jenis dan teknologi lampu. Efikasi lampu LED dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Perbandingan Efikasi Dan Umur Rata-Rata Dari Berbagai Contoh Lampu

Jenis Lampu	Efikasi (Lumen/Watt)	Umur Rata-Rata (Jam Operasi)
Halogen	15-25	2.000-5.000
Fluoresen Kompak (CFL)	40-80	8.000-12.000
Fluoresen Tabung "T8"	80-90	10.000-20.000
Fluoresen Tabung "T5"	90-110	15.000-20.000
Sodium Tekanan Rendah	70-80	18.000-25.000
LED (Light Emitting Diode)	100-120	35.000-50.000

Beberapa karakteristik lampu LED sesuai SNI 6197:2020 adalah sebagai berikut:, Temperatur warna (K) < 3300 s.d. > 5500 dan Ra indeks 70 s.d. 95

E. Teknologi Lampu Yang Efisien

Penggunaan lampu yang efisien merupakan salah satu upaya agar tetap pada koridor hemat energi dan hemat biaya. Salah satu jenis lampu efisien yang digunakan pada ruang kelas di PPSDM KEBTKE saat ini adalah Lampu *Light Emitted Diode* (LED). LED merupakan Teknologi terbaru perlampuan saat ini adalah teknologi berbasis *Solid State Lighting* (SSL) (Kementerian ESDM RI, 2012).

Pada prinsipnya, LED adalah dioda semikonduktor khusus yang kalau dialiri arus listrik akan beremisi dan menghasilkan cahaya monochrome, dan prinsip ini disebut sebagai elektroluminesensi.

Dilengkapi dengan teknologi penerangan filamen terkini, Philips LED Ultra Efficient di desain premium dengan materi *frosted glass* serta masa garansi yang lebih lama dibanding lampu LED Philips biasanya, yakni hingga 5 tahun. Philips LED Ultra Efficient juga sudah memenuhi berbagai standar dan regulasi, bahkan akan mendapatkan label tertinggi bintang 5 untuk efikasi di atas 135 lumen/watt per Juli 2023 (Suara Merdeka, 2023).

Philips LED Ultra Efficient selara dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 135.K/

EK.07/DJE/2022 tentang Standar Kinerja Energi Minimum dan Label Tanda Hemat Energi Untuk Peralatan Pemanfaat Energi Lampu LED (KepMen ESDM, 2022)



Gambar 4. Philips LED Ultra Efficient (global trade catalog, 2022)

Gambar 4. Memperlihatkan perkembangan teknologi lampu dari mulai lampu dengan *lifetime* 15.000 jam dengan indeks renderasi warna (CRI 90) hingga lampu dengan *Extra long lifetime* 40.000 jam dengan indeks renderasi warna terbaik (CRI 97) hingga *smart lighting*.

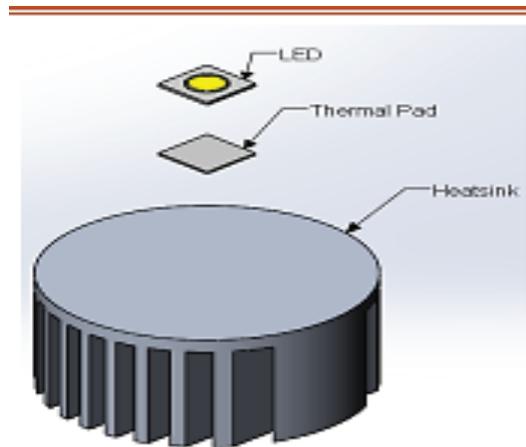
Technologi lampu yang efisien digunakan untuk melihat apakah lampu yang digunakan sudah sesuai untuk lampu dengan teknologi yang efisien dan kemungkinan untuk menggunakan lampu yang lebih efisien.

F. Heatsink

Lampu LED menghasilkan panas yang berasal dari chip lampu LED. Timbulnya panas akan mengakibatkan performa dari lampu LED tersebut menurun, bahkan pada tingkat yang lebih serius dapat mengakibatkan lampu LED tersebut mengalami kerusakan. Agar performa lampu LED tetap baik maka proses pembuangan panas dapat dilakukan dengan menggunakan *heatsink*. (Rini Anggraini at al., 2020).

Heatsink adalah alat untuk menyerap atau membuang panas secara efektif (energi panas) dari lingkungan sekitar (udara) menggunakan permukaan yang diperluas seperti sirip dan duri.

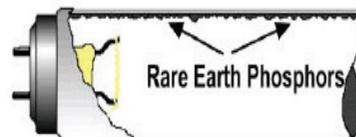
Gambar 5. Memperlihatkan LED yang dilengkapi dengan *Heatsink* yang di lapiisi *Thermal Pad*. Untuk menghindari resistansi dengan sumber panas, heatsink tetap harus menggunakan suatu pasta atau *thermal compound* agar permukaan sentuh juga lebih merata. (Rini Anggraini at al., 2020)



Gambar 5. Skematik Pendinginan Lampu LED

G. Teknologi Lampu Fluorescent

Pada gambar 6. terlihat lampu T-8 menggunakan campuran *rare earth phosphors* sebesar 1-inchi diameter yang akan meningkatkan efisiensinya.



Gambar 6. Lampu T-8

Dengan metode ini efikasinya lebih dari **80** lumen per watt pada balas magnetik dan lebih dari **104** lumen per watt pada balas elektronik. Dengan *rare earth phosphors*, *color Rendering Index* menjadi **85** dibandingkan dengan 62 pada T-12 lampu standar fluorescent. Akan tetapi karena beroperasi pada 0.265 ampere, maka memerlukan balas spesial (TUV Nord, et al., (2013).

Tabel 2. Perbandingan Spesifikasi Lampu Fluorescent T8-T10 -T12 (Wayne C. Turner, (2001))

	MANUFACTURERS' INFORMATION		
	F40T12CW	F40T10	F32T8
	Bi-phosphor	Tri-phosphor	Tri-phosphor
	62	83	83
CCT CRI (K)	4,150	4,100 or 5,000	4,100 or 5,000
Initial lumens	3,150	3,700	3,050
Maintained lumens	2,205	2,960	2,287
Lumens per watt	55	74	71
Rated life (hrs)	24,000	48,000†	20,000
Service life (hrs)	16,800	33,600†	14,000

†This extended life is available from a specific lamp-ballast combination. Normal T10 lamp lives are approximately 24,000 hours. Service life refers to the typical lamp replacement life.

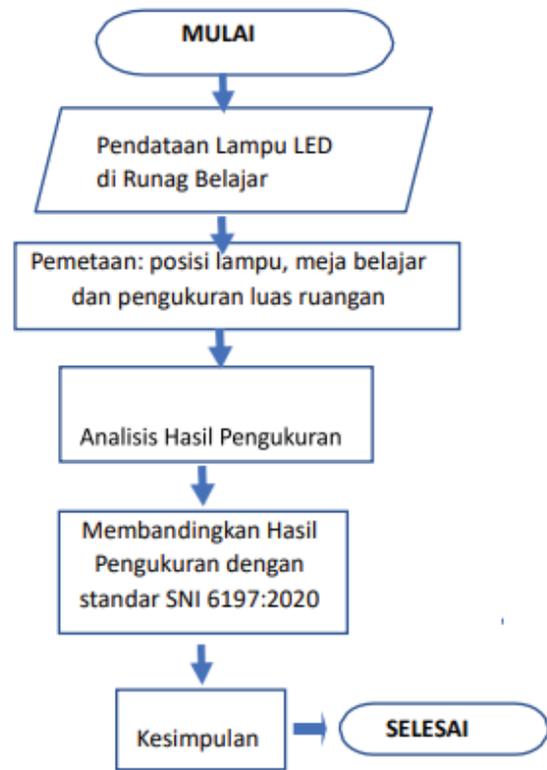
METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian penggunaan lampu LED di ruang belajar PPSDM KEBTKE terhadap standar SNI 6197:2020, dengan tahapan;

1. melakukan pendataan penggunaan lampu LED di ruang belajar,
2. melakukan pemetaan titik pemasangan lampu, posisi meja belajar dan pengukuran luas ruangan,
3. melakukan pengukuran intensitas cahaya lampu (lux) pada titik diatas meja belajar, kemudian menghitung intensitas daya lampu (watt/m²), dan efikasi lampu (lumen/watt),
4. menganalisis hasil pengukuran intensitas cahaya lampu (lux) pada titik diatas meja belajar, perhitungan intensitas daya lampu (watt/m²), dan efikasi lampu (lumen/watt).
5. membandingkan hasil pengukuran intensitas cahaya lampu (lux) pada titik diatas meja belajar, perhitungan intensitas daya lampu (watt/m²), dan efikasi lampu (lumen/watt), termasuk temperatur warna lampu dan Ra indeks dengan standar SNI 6197:2020,
6. Kesimpulan

7. Selesai

Metodologi penelitian dapat dideskripsikan seperti pada gambar berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Metodologi Penelitian

A. Data Penggunaan Lampu Ruang kelas di PPSDM KEBTKE

Lampu Philips Essential SmartBright LED Downlight DN027B G3 LED9/NW 9W 220-240V D150 RD, memiliki Spesifikasi (Philips Datasheet, 2023) sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi Philips Essential SmartBright LED Downlight

Product data	
Informasi Umum	Pengoperasian dan Kelistrikan
Lighting Technology	LED
Termasuk driver	Ya
Jumlah unit roda gigi	1 unit
Sumber cahaya dapat diganti	Tidak
Teknis Lampu	Voltase Input
Flux Cahaya	1000 lm
Suhu Warna Terkoreksi (Nom)	4000 K
Efikasi Cahaya (dilat)	111.00 lm/W
Indeks sesuaian warna (CRI)	80
Warna sumber cahaya	840 pulsi nestal
Jenis optik	Sulut berkas cahaya 110°
Penyebaran sinar lampu lumines	110°
	Frekuensi Saluran
	220 hingga 240 V
	50 or 60 Hz
	Frekuensi Input
	50 atau 60 Hz
	Arus masuk
	3.38 A
	Waktu masuk
	0.101 ms
	Konsumsi Daya
	9 W
	Faktor Daya (Faktor)
	0.9
	Kabel
	Kabel 0.2 m lampu konitor
	Jumlah produk pada MCB 16 A tipe B
	86
	Suhu
	Kisaran suhu ambient
	-20 hingga +40 °C
	Kontrol dan Perekupuan
	Dapat diredukikan
	Tidak

Tegangan : Berkisar 220-240 Volt
 Frekwensi : 50-60 Hz
 Daya : 9 Watt
 Flux Cahaya : 1000 Lumen
 Suhu Warna Terkorelasi (Nom) : 4000 K
 Indeks renderasi warna (CRI) : 80
 Warna sumber cahaya : 840 putih netral
 Umur Lampu : 30.000 jam (garansi 3 Tahun)



Gambar 8. Lampu *Essential SmartBright LED Downlight*, 9 W

B. Luas Ruangan

Dimensi ruangan kelas PPSDM KEBTKE memiliki ukuran ruang;

Panjang : 10 meter
 Lebar : 8 meter
 Luas : 80 m²

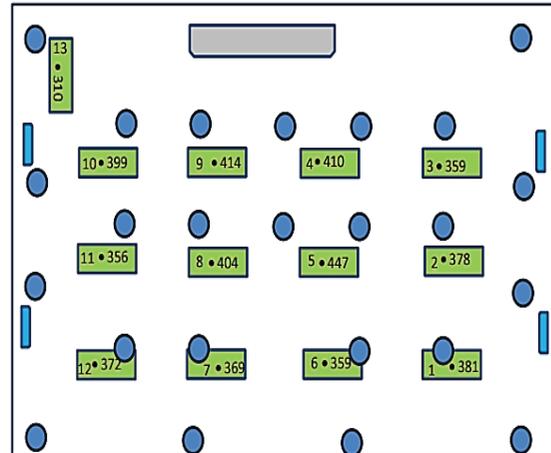


Gambar 9. Ruang Kelas PPSDM KEBTKE

Ruang kelas PPSDM KEBTKE memiliki 3 (tiga) baris meja di sebelah kanan, kiri dan tengah ruangan berjumlah 12 meja belajar serta meja untuk pengajar. Ruangan di lengkapi dengan pencahayaan menggunakan lampu LED *Downlight* sebanyak 24 lampu.

C. Layout Ruangan dan Titik Pengukuran

Lay out beberapa titik pengukuran (di atas meja belajar) ruang kelas PPSDM KEBTKE



Gambar 10. Denah Ruang Kelas PPSDM KEBTKE

Keterangan:

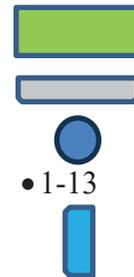
Meja Belajar

Kelas Bagian Depan

Lampu

Titik Pengukuran

Air Conditioning



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tingkat pencahayaan (iluminans), Intensitas Daya Penerangan, Efikasi serta penggunaan tempetarur warna lampu yang tepat merupakan factor yang digunakan dalam evaluasi pencahayaan lampu yang mengacu pada standar SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi Sistem pencahayaan.

A. Pengukuran Tingkat Pencahayaan (Iluminans)

Hasil pengukuran di beberapa titik pengukuran terlihat bahwa mayoritas dengan tingkat pencahayaan diatas standar dan hanya 1 titik pengukuran dengan tingkat pencahayaan di bawah standar. Rata-rata pengukuran intensitas pencahayaan sebesar 382 lux.

Hasil pengukuran tingkat pencahayaan rata-rata sebesar 382 lux masih lebih besar dari standar intensitas pencahayaan ruang kelas ssebesar 380 lux seperti tampak pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan

Titik Pengukuran	Pengukuran (IUX)	Keterangan (Standar 350 IUX)	Posisi meja-jarak lampu
1	381	Diatas Standar	
2	378	Diatas Standar	
3	359	Diatas Standar	
4	410	Diatas Standar	Posisi Meja Diapit Lampu
5	447	Diatas Standar	Posisi Meja Diapit Lampu
6	359	Diatas Standar	
7	369	Diatas Standar	
8	404	Diatas Standar	Posisi Meja Diapit Lampu
9	414	Diatas Standar	Posisi Meja Diapit Lampu
10	399	Diatas Standar	
11	356	Diatas Standar	
12	373	Diatas Standar	
13	319	Dibawah Standar	Posisi Meja tidak tepat diatas lampu
Rata-Rata	382	Diatas Standar	



Gambar 11. Alat Ukur Lux Meter

Beberapa kondisi yang menyebabkan hasil pengukuran dibawah standar adalah Lampu tidak tepat di atas meja belajar

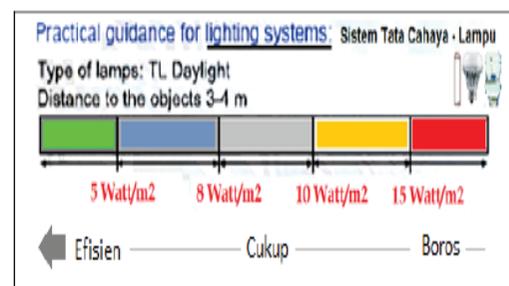
Agar ruang kelajar memiliki tingkat pencahayaan yang sesuai standar pada beberapa titik pengukuran maka perlu dilakukan reposisi pemasangan meja.

B. Densitas Daya Lampu

Densitas Daya Lampu dapat dihitung dari data lampu yaitu daya lampu (watt) @ 9 watt/lampu dan jumlah lampu sebanyak 24 buah lampu serta luas ruangan 80 m².

Hasil perhitungan Intensitas Daya Lampu sebesar 2,7 watt/m² yang menunjukkan penggunaan daya listrik per m² sebesar 2,7 watt tidak melebihi standar maksimal Intensitas Daya Lampu Ruang kelas 11,95 watt/m². (SNI 6197:2020).

Apabila memperhatikan kriteria desain panduan praktik dalam menentukan daya pencahayaan maksimum untuk bangunan Gedung untuk jenis lampu TL daylight (gambar 12), hasil perhitungan Intensitas Daya Lampu sebesar 2,7 watt/m² menunjukkan tingkat penggunaan daya per m² yang masih berkisar efisien.



Gambar 12. Acuan Intensitas Daya Lampu Bangunan Gedung (DJEPTKE, 2020)

C. Efikasi Lampu

Untuk mengetahui nilai efikasi di pergunakan data daya dan lumen lampu.

Dengan menggunakan lampu LED downlight (philips) dengan daya 9 watt, fluks cahaya 1000 lumen diperoleh nilai efikasi sebesar 111 lumen/watt. Nilai perhitungan efikasi ini sesuai dengan standar efikasi lampu LED 100–120 lumen/watt. (SNI 6197:2020)

D. Temperatur Warna Lampu dan Renderasi Warna

Lampu LED *downlight* menggunakan temperatur warna cahaya lampu: 4000 K (warm-white) dengan warna putih netral dan memiliki Renderasi warna (R_a) 80 yaitu antara 70 s.d. 95 (SNI 6197:2020). Spesifikasi ini sudah sesuai dengan **standar** untuk ruang kelas yang mengatur temperatur warna lampu warna putih netral (warm-white) (< 3300 s.d. > 5500Kelvin) dan indeks renderasi warna minimal 80. (SNI 6197:2020)

E. Teknologi Lampu LED Saat Ini

Penggunaan Lampu Phillips LED saat ini dapat digantikan dengan Philips LED Ultra Efficient yang memiliki nilai efikasi di atas 135 lumen/watt lebih tinggi dibandingkan Phillips LED 100–120 lumen/watt dan umur rata-rata hingga 5 tahun dibandingkan Phillips LED downlight umur rata-rata (jam operasi) 35.000–50.000. Sesuai dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 135.K/EK.07/DJE/2022 tentang Standar Kinerja Energi Minimum dan Label Tanda Hemat Energi untuk Peralatan Pemanfaat Energi Lampu Light-Emitting Diode, nilai efikasi diatas 135 lumen/watt memiliki tanda hemat energi bintang lima.

KESIMPULAN

Kesesuaian tata cahaya lampu penerangan dengan standar dapat dilihat dari parameter intensitas cahata penerangan, densitas daya lampu penerapan, efikasi, temperature warna dan index warna cahaya.

1. Penggunaan lampu LED di ruang kelas PPSDM KEBTKE dengan daya 9 watt dilihat dari tingkat pencahayaan (lux), densitas daya lampu (watt/m^2), Efikasi lampu (lumen/watt), temperature warna dan index renderensi warna sudah sesuai dengan standar SNI 6197:2020
2. Lampu jenis LED menghasilkan sinar yang

dingin (cold), namun menimbulkan panas pada lampu, sehingga harus dipasang heatsink sebagai pendingin.

3. Dengan kualitas cahaya dan umur nyala yang lebih lama tentunya harga untuk satu unit lampu LED ini lebih mahal jika dibandingkan dengan lampu konvensional.
4. Teknologi LED merupakan beban non linier sehingga berpotensi meningkatkan nilai distorsi Harmonik yang akan meningkatkan rugi-rugi energi listrik, sehingga perlu dilakukan pengukuran serta dampaknya.
5. Dengan adanya kelemahan penggunaan lampu LED dan harga yang lebih murah dibandingkan lampu jenis lampu dluoresen, dapat di pertimbangkan penggunaan lampu fluoesen tabung “T8” atau Fluoesen tabung “T5” yang memiliki nilai efikasi sebesar 90–110 lumen/watt dan umur rata-rata 15.000–20.000 lebih tinggi dibandingkan Fluoesen tabung “T8” 80–90 lumen/watt dan umur rata-rata (jam operasi) 10.000–20.000. (Tabel 1). Perbandingan efikasi dan umur rata-rata dari berbagai contoh lampu.
6. Menggunakan lampu T5 dikombinasikan dengan balas elektronik frekuensi tinggi dapat menghemat energi sampai dengan 40% dibandingkan dengan lampu fluoesen standar.
7. Dapat dilakukan penelitian lanjutan terkait dampak penggunaan lampu LED dan atau lampu TL 8/TL 5.
8. Penempatan meja belajar diatur untuk mendapatkan tingkat pencahayaan maksimum
9. Untuk menghindari pengaruh cahaya luar yang masuk ke ruang kelas dan mendistorsi tingkat pencahayaan, jendela kaca perlu diberi pelapis/shading.

DAFTAR PUSTAKA

Iliya Iliev, et. Al., (2011), *Energy Efficiency and Energy Management Handbook, Bulgaria Energy Efficiency for Competitive Industry Financing Facility (BEECIFF): Project Preparation, Capacity Building and Implementation Support* ISBN: 987 – 619 – 90013 – 8 – 7

Budi Nugraha, (2023), Signify perkenalkan Philips LED Ultra Efficient, Lampu LED Paling Efisien Lampu LED Berkualitas Paling Efisien, Tahan Hingga 50 Tahun,

- Suara Merdeka
<https://jakarta.suaramerdeka.com/teknologi/1349169983/signify-perkenalkan-philips-led-ultra-efficient-lampu-led-berkualitas-paling-efisien-tahan-hingga-50-tahun?page=2>
-, (2020), Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan, Standar Nasional Indonesia, SNI 6197:2020, Badan Standardisasi Nasional
-, (2011), “Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan”, Standar Nasional Indonesia, SNI 6197:2011, Badan Standardisasi Nasional
-, (2012), LED, Lampu Hemat Energi untuk Masa Depan Kementerian ESDM RI, Media Center - Arsip Berita.
<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/led-lampu-hemat-energi-untuk-masa-depan>
- Mulio Edi, (2022), Tugas Akhir, Analisis Efisiensi daya Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Optimalisasi di Jalan dr.Wahidin dari lampu SON 250 Watt ke Lampu LED 120 Watt.
-, (2022), Professional LED lighting catalog, 20230202-global-trade-catalog-december-2022
<https://www.assets.signify.com/is/content/Signify/Assets/signify/global/20230202-global-trade-catalog-december-2022.pdf#page=76>
- Rini Anggraini, Andi F. Sudarma, Popy Yuliarty, (2020), Fajar V.Enriko, Perancangan Heatsink Untuk Lampu Led Menggunakan Simulasi CFD, E-ISSN: 2615 - 3866 Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri ITN Malang,
-, (2020), Modul Manajer Energi Di Industri Dan Gedung, Republik Indonesia, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi
-, (2022), Standar Kinerja Energi Minimum dan Label Tanda Hemat Energi untuk Peralatan Pemanfaat Energi Lampu Light-Emitting Diode, (2022), Keputusan Menteri ESDM Nomor 135.K/EK.07/DJE/2022
- TUV Nord, ASSIST, HAKE, (2013), “UPLIFT (*Upgrading and Leveraging Indonesia to Fortify Energy Efficiency through Academic and Technical Trainings for Energy Management Professionals*) Training Material”, Jakarta
- Wayne C. Turner, (2001), *Energy Management Handbook, School of Industrial Engineering and Management Oklahoma State University, Copyright © 2001 The Fairmont Press.*
-, (2023), *Essential SmartBright LED Downlight*, Philips, DN027B-DN027B G3 LED9NW 9W 220-240V D150 RD, Datasheet, 2023, April 15