

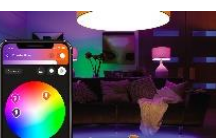
KARAKTERISASI DAN ANALISIS PANTULAN SPEKTRAL MATERIAL DALAM RUANG AKIBAT SUMBER CAHAYA LED DENGAN VARIASI TEMPERATUR WARNA



Nama : Zhafirah Ajrina
NIM : 23319003

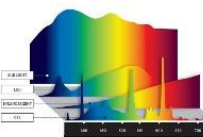
Pembimbing 1: Dr. Rizki Armanto Mangkuto, S.T., M.T.
Pembimbing 2: Dr. Suprijanto, S.T., M.T.

Latar Belakang



Teknologi LED sudah lazim digunakan untuk pencahayaan umum di dalam ruangan. Terdapat fitur untuk mengatur suasana pencahayaan di dalam ruang melalui ponsel cerdas lewat lampu LED mampu-tala.

Sistem pencahayaan boleh jadi hemat energi tetapi pada akhirnya bisa jadi tidak diterima pengguna jika kualitas warna (sesuaian warna) tidak baik.



Ketika suatu objek dilihat di bawah lampu LED, sering muncul dengan warna yang berbeda dibandingkan ketika dilihat di bawah sinar matahari atau dengan lampu pijar dan CFL yang memiliki karakteristik daya spektral yang berbeda.

Penelitian-penelitian yang ada sebelumnya juga hanya berfokus pada preferensi warna dan kesan subjektif lainnya dari sesuaian warna, sangat terbatas pada atribut objek yang diuji.



Pencahayaan di dalam suatu ruang dipengaruhi oleh berbagai material yang ada didalamnya akibat dari pantulan spektral yang mengenai material tersebut. Penelitian yang berfokus pada karakteristik pantulan spektral dari objek pada skenario pencahayaan dalam ruang cenderung masih jarang ditemui.

Pada penelitian ini, dipilih objek material dalam ruang berupa cat dinding dan kertas dinding (wallpaper) ruangan



Tujuan

Identifikasi dan analisis karakteristik spektral pantulan hasil interaksi material dalam ruang di bawah sumber cahaya LED dengan CCT yang bervariasi berdasarkan parameter fotometri dan kolorimetri, khususnya cat dinding dan wallpaper.

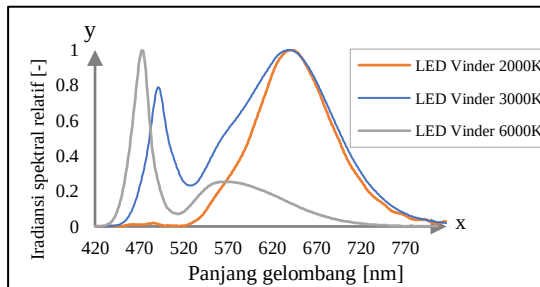
Metodologi

1. Tahap Inisiasi

Identifikasi Sumber Cahaya



Menggunakan tiga lampu LED Vinder Spotlight dengan CCT nominal 2000, 6000, dan 3000 K.



Distribusi daya spektral (SPD) dari lampu LED Vinder dengan CCT nominal 2000, 3000, dan 6000 K.

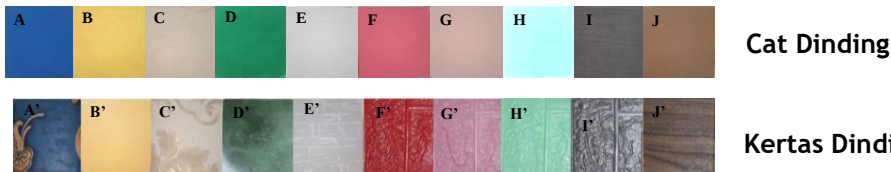
- Karakteristik kolorimetri ketiga lampu LED Vinder spotlight.

CCT nominal [K]	CCT terukur [K]	Duv	SDCM	R _a
2000	2078	0,00851	44,9	65,1
3000	3182	-0,0099	12,5	83,7
6000	35891	-0,01152	48,8	73,7

Lampu Vinder dengan CCT nominal 3000K memiliki nilai SDCM paling kecil sehingga dianggap paling konsisten untuk mengukur nilai reflektansi sampel material di dalam bola integrator

Identifikasi Material Dalam Ruang

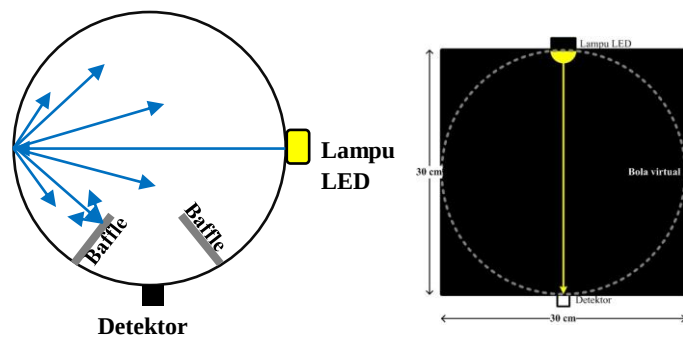
Dipilih 10 warna cat dinding dan kertas dinding yang memiliki kemiripan antar keduanya.



RGB	Biru Tua	Kuning	Krem	Hijau Tua	Abu Muda	Merah	Merah Muda	Hijau Muda	Abu Tua	Coklat
Cat	(28, 94, 181)	(240, 210, 115)	(219, 204, 172)	(26, 133, 91)	(213, 211, 213)	(209, 101, 117)	(205, 177, 177)	(214, 246, 240)	(99, 97, 100)	(147, 111, 87)
Kertas Dinding	(50, 86, 118)	(242, 207, 137)	(216, 192, 173)	(58, 84, 59)	(207, 206, 212)	(188, 69, 72)	(228, 187, 204)	(188, 235, 223)	(121, 122, 128)	(115, 98, 91)

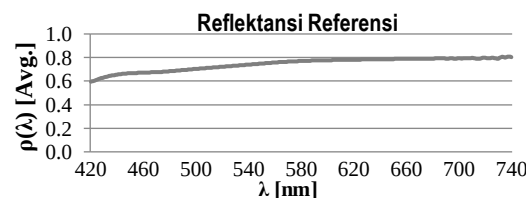
2. Tahap Pengukuran

Pengukuran Bahan Referensi

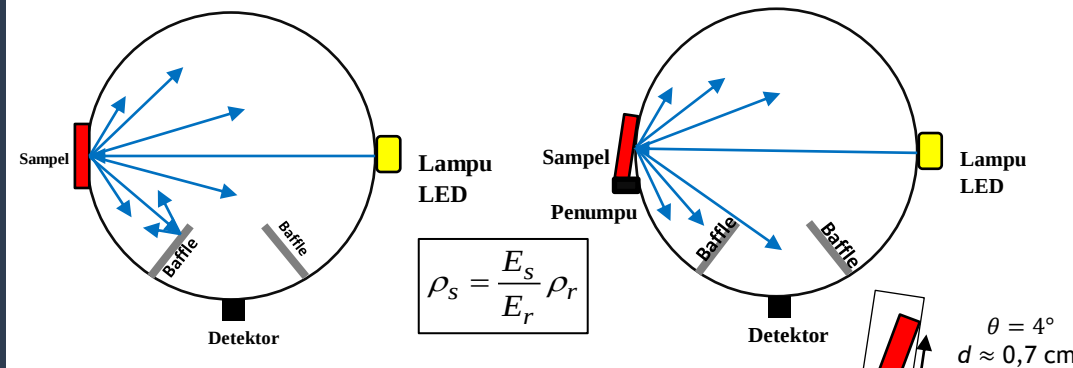


$$\rho_r = \frac{E_r}{E_D + E_r}$$

E_r = irradiansi tidak langsung rata-rata, yang merupakan pembacaan irradiansi pada port detektor ketika port sampel diisi dengan bahan referensi (permukaan dinding dalam bola) E_D = hasil pengukuran irradiansi langsung di dalam bilik ruangan gelap

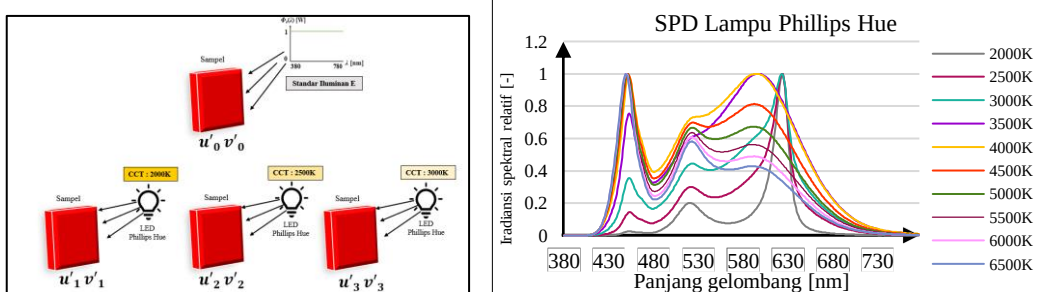


Pengukuran Reflektansi Secara Difus Pengukuran Reflektansi Secara Total



2. Tahap Analisis

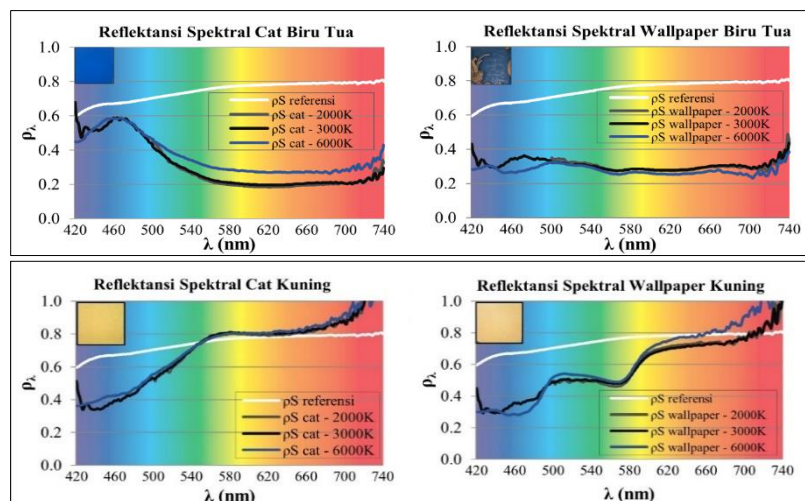
Analisis perubahan SPD pantulan lewat parameter eksitasi



$$M_e(\lambda) = \rho(\lambda) \times E_e(\lambda) \rightarrow \Delta u'v' = \left((u'_t - u'_e)^2 + (v'_t - v'_e)^2 \right)^{1/2}$$

Hasil

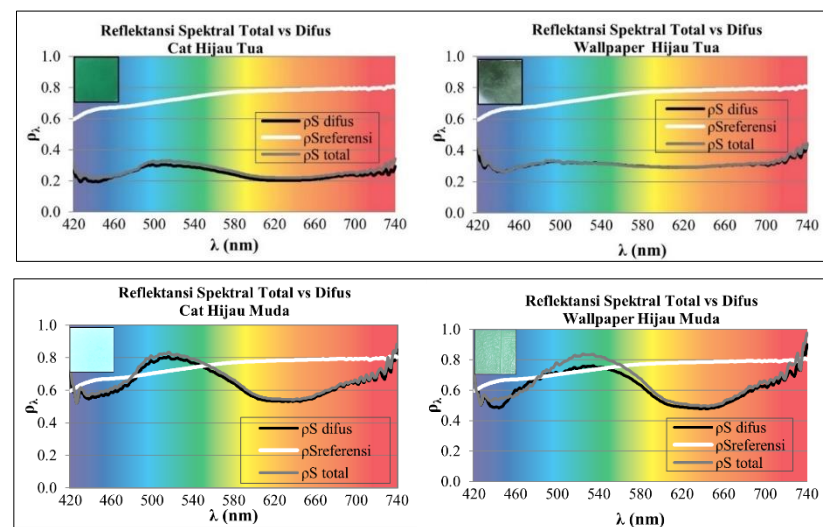
Hasil Pengukuran Reflektansi Secara Difus



Sampel dengan reflektansi spektral yang cenderung merata menunjukkan kemungkinan cahaya yang dipantulkan cukup seragam di panjang gelombang 420-740 nm

Nilai reflektansi pada gelombang puncak menunjukkan pantulan cahaya lebih tinggi (lebih terang), sedangkan pada panjang gelombang yang lain cenderung hanya menyerap cahaya yang datang dari sumber

Hasil Pengukuran Reflektansi Secara Total



Dilakukan untuk mendeteksi adanya komponen spekular (spekularitas)

$$s = 1 - \frac{\rho_{\text{difus}}}{\rho_{\text{total}}}$$

Faktor spekularitas objek sampel cukup rendah, tidak membuat penghuni merasakan efek pencahayaan yang menyilaukan

Material	Warna	Puncak Panjang Gelombang [nm]	Reflektansi Total	Reflektansi Difus	Spekularitas
Cat Dinding	Biru Tua	430-500	0,57	0,53	0,071
Kertas dinding	Biru Dongker	460-500	0,37	0,35	0,068
Cat Dinding	Kuning	580-660	0,84	0,81	0,037
Kertas dinding	Kuning	580-660	0,71	0,67	0,045
Cat Dinding	Krem	560-660	0,84	0,82	0,035
Kertas dinding	Krem	580-660	0,80	0,76	0,049
Cat Dinding	Hijau tua	500-560	0,31	0,29	0,080
Kertas dinding	Hijau tua	500-520	0,32	0,32	0,004
Cat Dinding	Abu muda	460-500	0,64	0,59	0,078
Kertas dinding	Abu muda	460-500	0,72	0,68	0,056
Cat Dinding	Merah	600-700	0,80	0,78	0,027
Kertas dinding	Merah	600-700	0,68	0,65	0,045
Cat Dinding	Merah Muda	580-700	0,88	0,88	0,001
Kertas dinding	Merah Muda	580-700	0,84	0,81	0,032
Cat Dinding	Hijau muda	500-550	0,81	0,78	0,030
Kertas dinding	Hijau muda	500-550	0,81	0,74	0,089
Cat Dinding	Abu Tua	460-500	0,34	0,34	0
Kertas dinding	Abu Tua	460-500	0,53	0,52	0,029
Cat Dinding	Cokelat	580-600	0,41	0,41	0
Kertas dinding	Cokelat	580-600	0,40	0,37	0,078

Hasil Analisis Perubahan SPD Pantulan

Perubahan koordinat kromatisitas (dalam $\Delta u'v'$) paling kecil dibawah CCT 5000K :

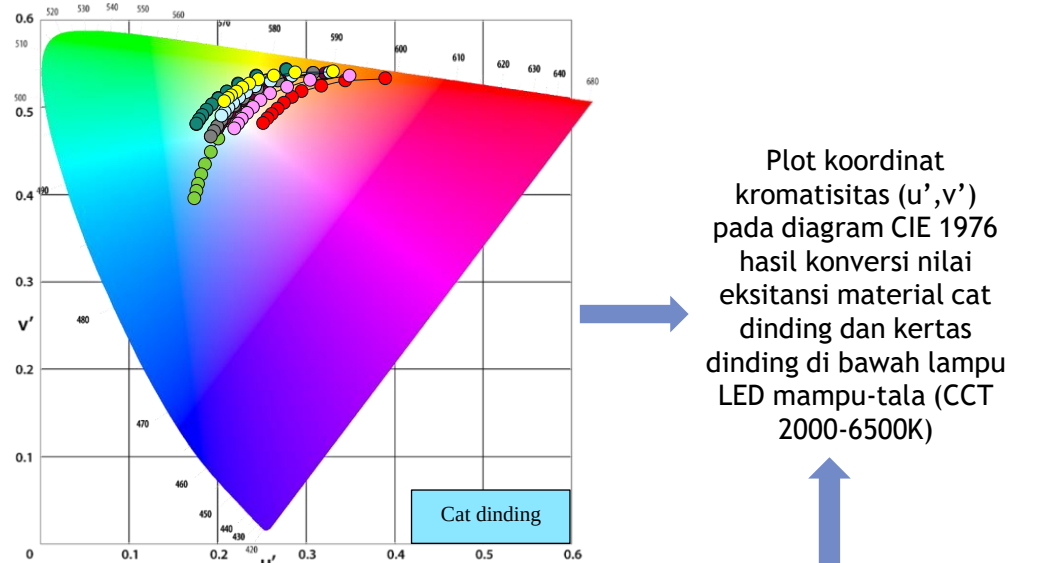
- Kuning
- Cream
- Merah
- Merah Muda
- Coklat

Perubahan koordinat kromatisitas (dalam $\Delta u'v'$) paling kecil dibawah CCT 5500K :

- Biru Tua dan Biru Dongker
- Hijau Tua
- Hijau Muda
- Abu Muda
- Abu Tua

Pengukuran reflektansi spektral sampel dapat akurat dilakukan dibawah CCT 5000K dan 5500K

Hasil Analisis Perubahan Koordinat Kromatisitas



Material	Warna	$\Delta u'v'_{\text{max}}$
Cat	Biru Tua	0,166
	Kuning	0,524
	Cream	0,135
	Hijau Tua	0,124
	Abu Muda	0,139
	Merah	0,161
	Merah Muda	0,157
	Hijau Muda	0,135
	Abu Tua	0,148
	Coklat	0,153
Wallpaper	Biru Dongker	0,542
	Kuning	0,134
	Cream	0,126
	Hijau Tua	0,119
	Abu Muda	0,122
	Merah	0,145
	Merah Muda	0,134
	Hijau Muda	0,104
	Abu Tua	0,121
	Coklat	0,501

Kesimpulan

Kemiripan warna material sampel kayu tripleks yang dicat dan kertas dinding dapat menghasilkan pola reflektansi spektral yang cukup berbeda.

Sampel cat dan kertas dinding warna kuning, krem, merah, merah muda, hijau muda, cat biru tua, dan cat hijau tua memiliki grafik reflektansi spektral yang cukup fluktuatif dan memiliki puncak panjang gelombang pada spektrum di sekitar warna yang juga menyerupai warna sampel tersebut.

Reflektansi spektral dari kayu tripleks yang dicat dan kertas dinding kertas dinding berwarna kuning, krem, merah, merah muda, cokelat dapat diukur secara akurat, yaitu dengan perubahan perbedaan kromatisitas terkecil, dibawah lampu LED mampu-tala dengan CCT 5000 K. Sementara itu, sampel warna biru tua, hijau tua, hijau muda, abu-abu, abu-abu muda paling baik diukur di bawah lampu LED mampu-tala.

Sampel cat warna hijau tua dan sampel kertas dinding warna hijau muda jenis 3D memiliki nilai perubahan koordinat kromatisitas paling kecil, sehingga menghasilkan prediksi tampilan konsisten atau tidak berubah saat diterangi di bawah lampu LED mampu-tala dengan CCT yang bervariasi.