



PENGARUH PENGGUNAAN *LIGHT SHELF* TERHADAP PENCAHAYAAN ALAMI PADA BANGUNAN

Fikri Alfarizqi¹, Apif Miptahul Hajji²

¹Universitas Negeri Malang, fikrialfarizqi2001@gmail.com

²Universitas Negeri Malang, apif.miptahul.ft@um.ac.id

Abstrak : Lahan yang terbatas dan peningkatan kebutuhan sarana fisik pada area kampus mendorong pembangunan gedung tinggi di kampus Universitas Negeri Malang terutama pada gedung Fakultas Ilmu Sosial sehingga membuat desain beberapa ruang kelas yang memanjang kearah dalam bangunan yang dapat menyebabkan perbedaan intensitas cahaya yang sangat kontras antara area yang dekat bukaan dengan area dalam yang jauh dari bukaan jendela. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan *light shelf* serta untuk mengetahui desain *light shelf* terbaik sehingga dapat mendistribusikan pencahayaan lebih baik daripada sebelumnya. Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, survey lapangan, pengukuran kondisi eksisting, alternatif desain, dan rekomendasi desain. Variabel yang diuji pada *light shelf* yaitu sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk permukaan, dan luas penampang sehingga menghasilkan 96 alternatif desain *light shelf* yang akan diuji menggunakan *software DIALux evo 12.0* untuk menentukan rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik. Alternatif desain yang menghasilkan distribusi pencahayaan alami pada ruang kelas paling baik adalah bentuk *light shelf* dengan model pengujian 26 (15°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 75 cm) dengan kenaikan sebesar 13,82% dari kondisi eksisting, model pengujian 25 (15°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 12,89% dari kondisi eksisting, model pengujian 49 (30°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 10,77% dari kondisi eksisting, dan model pengujian 73 (45°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 9,17% dari kondisi eksisting.

Kata Kunci : *light shelf*, pencahayaan alami, *DIALux evo*, ruang kuliah

1. PENDAHULUAN

Pencahayaan merupakan salah satu faktor lingkungan yang aman dan nyaman serta berkaitan erat dengan produktivitas manusia. Sistem pencahayaan yang baik harus mampu memenuhi tiga kriteria utama, yaitu kualitas, kuantitas, dan aturan pencahayaan (Wiyanto, 2021). Apabila suatu ruangan tidak mempunyai dukungan pencahayaan maka akan mengganggu aktivitas di dalam ruangan tersebut. Misalnya ketika pencahayaan terlalu berlebihan akan berakibat mengganggu penglihatan. Dalam pemanfaatan potensi pencahayaan alami terdapat sisi positif atau keuntungan yang didapat yaitu mengurangi beban energi listrik sekaligus mengoptimalkan kenyamanan visual karena cahaya matahari merupakan cahaya yang memiliki spektrum yang paling cocok dengan respon visual manusia, sehingga kualitas pencahayaan alami jauh lebih baik daripada pencahayaan buatan. Kekurangannya adalah kondisi sumber cahaya alami ini terus berubah karena perubahan waktu dan cuaca. Selain itu, terlalu banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan juga dapat menyebabkan silau.

Lahan yang terbatas dan peningkatan kebutuhan sarana fisik pada area kampus mendorong pembangunan gedung tinggi di kampus Universitas Negeri Malang terutama pada gedung Fakultas Ilmu Sosial sehingga membuat desain

beberapa ruang kelas yang memanjang kearah dalam bangunan yang dapat menyebabkan perbedaan intensitas cahaya yang sangat kontras antara area yang dekat bukaan dengan area dalam yang jauh dari bukaan jendela. Dari beberapa masalah tersebut terdapat strategi desain untuk mendistribusikan pencahayaan alami menjadi lebih baik serta mengurangi cahaya yang masuk ke dalam ruang secara langsung yaitu dengan menggunakan *light shelf*.

Light shelf adalah salah satu sistem bukaan samping yang bisa dikatakan paling ideal untuk memasukkan cahaya matahari, karena *light shelf* memantulkan cahaya matahari dari luar ke plafon ruangan kemudian lanjut jauh ke dalam ruangan (Tiono & Indrani, 2015). Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan *light shelf* yaitu posisi, bentuk, ukuran, sudut kemiringan, dan bahan material dari *light shelf* (Tiono & Indrani, 2015). Dari lima variabel tersebut akan dilakukan perubahan yang diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain *light shelf* yang lebih baik dalam distribusi pencahayaan alami pada ruang kelas serta dapat memberikan gambaran pada perencana dalam proses mendesain pencahayaan alami pada bangunan. Perubahan pada lima variabel tersebut menghasilkan 96 alternatif desain *light shelf* yang akan diuji menggunakan *software* SPSS untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan *light shelf* pada bangunan serta *software* *DIALux evo 12.0* untuk menentukan rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik. Output yang dihasilkan dari *software* *DIALux evo 12.0* ini berupa foto-realistik berwarna yang menunjukkan prediksi numerik dan level cahaya pada poin yang telah ditentukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan komparatif-kuantitatif dari beberapa alternatif desain *light shelf* yang akan diuji untuk mengetahui pengaruh penggunaan *light shelf* terhadap distribusi pencahayaan alami pada ruang kelas serta mendapatkan rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik dengan standar intensitas pencahayaan alami untuk fungsi ruang kelas yang ditetapkan oleh SNI. Objek penelitian akan dilakukan pada ruang kelas A6.503 gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang yang berada pada Jl. Semarang No 5, Desa Sumpersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur. Sedangkan subjek yang dikaji dalam penelitian ini adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk permukaan, dan luas penampang pada *light shelf*.

Pada penelitian ini proses penelitian dilakukan dengan langkah yang tersusun dan terencana secara sistematis. Metode analisis yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini disajikan secara komparatif-kuantitatif dari alternatif desain yang diuji untuk menemukan rekomendasi desain yang terbaik. Tahapan yang digunakan dalam proses penelitian terdiri dari empat tahapan yaitu tahap survey lapangan, tahap pengukuran kondisi eksisting, tahap pengujian alternatif desain *light shelf*, dan tahap rekomendasi desain.

Pada tahap pertama yaitu survey lapangan yang digunakan untuk mengetahui waktu efektif pemanfaatan pencahayaan alami pada ruang kelas serta untuk mengetahui dimensi ruang kelas, dimensi bukaan jendela, dan jenis material yang digunakan pada ruang kelas. Kemudian tahap pengukuran kondisi eksisting yang digunakan untuk mengetahui nilai *relative error* antara pengujian dengan *software* dan pengujian nyata dilapangan yang nantinya dijadikan acuan dalam pengukuran. Tahap ketiga adalah pengujian alternatif desain *light shelf* yang

berfungsi untuk mengetahui nilai penetrasi dan distribusi pencahayaan alami dari 96 pengujian alternatif desain *light shelf* yang diuji menggunakan *software DIALux evo 12.0*. kemudian tahap terakhir adalah menentukan rekomendasi desain dari 96 pengujian alternatif desain yang telah diuji menggunakan *software DIALux evo 12.0* berdasarkan standar intensitas pencahayaan alami untuk fungsi ruang kelas yang ditetapkan oleh SNI.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Survey Lapangan

Objek penelitian berada pada gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang yang terletak di Jalan Semarang, No 5, Kel. Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang. Gedung ini merupakan gedung 7 lantai dengan luas kurang lebih 2.500 m², luas lantai dasar bangunan yaitu 1.100 m² dan total luas efektif bangunan yaitu 7.350 m².

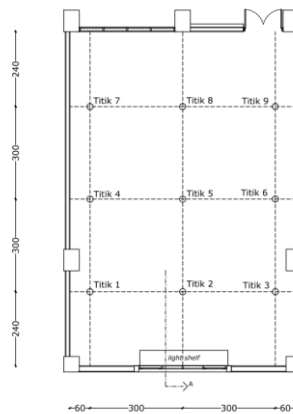
Wawancara pengguna menghasilkan data waktu penggunaan ruang kelas dan menyimpulkan bahwa ruang kelas digunakan pada pukul 07:00 WIB hingga 17:00 WIB. Kaitannya dengan waktu penggunaan pencahayaan alami secara efektif yaitu dari pukul 08.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB. Pencahayaan alami kurang dimanfaatkan secara optimal pada jam kuliah yaitu pukul 07.00 WIB hingga pukul 08.00 WIB dan pukul 16.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB. Dimensi ruangan dan bukaan disesuaikan dengan data sekunder berupa gambar DED bangunan dari sumber sekunder yaitu 7,2 m x 10,8 m dan dimensi bukaan 2,85 m x 3,2 m. Sedangkan untuk jenis material yang digunakan untuk elemen arsitektur yang mempengaruhi intensitas pencahayaan dalam ruang ditunjukkan pada Tabel 1. di bawah ini:

Tabel 1. Jenis Material

Elemen Bangunan	Jenis Material	Keterangan
Kaca	Kaca bening/ <i>clear float glass</i>	Nilai transmisi cahaya/ <i>visible light transmittance</i> (VLT) = 91% Nilai pemantulan cahaya/ <i>visible light reflectance</i> (VLR) = 8%
Sun Shading	Cor Beton <i>Finishing</i> Cat Warna Abu-abu	Nilai faktor refleksi = 20%
Lantai	Keramik <i>homogenous tile</i> warna <i>cream</i>	Nilai faktor refleksi = 20%
Dinding	Dinding batu bata merah di plester dan <i>finishing</i> cat warna <i>cream</i>	Nilai faktor refleksi = 50%
Langit-Langit	<i>GRC Board</i> warna putih	Nilai faktor refleksi = 70%

3.2 Pengukuran Kondisi Eksisting

Pengukuran langsung dilakukan pada Kamis, 21 Maret 2024. Pengumpulan data dilakukan pada pagi hari pukul 09.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB, dan sore hari pukul 15.00 WIB dengan kondisi langit agak mendung. Luas ruang kelas yang diukur adalah 77,76 m². Mengacu pada SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intensitas Penerangan di Tempat Kerja menyebutkan jika luas ruang antara 10 m² sampai 100 m², maka dibuat titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruang pada jarak setiap 3 meter. Gambar 1 di bawah menunjukkan titik pengukuran pada ruang kelas A6.503:



Gambar 1. Titik Pengukuran pada Ruang Kelas A6 503

Berikut akan dijelaskan analisis dari hasil pengukuran eksisting yakni dengan metode pengukuran langsung menggunakan alat ukur luxmeter dan metode simulasi menggunakan *software DIALux Evo 12.0* untuk memperoleh nilai *relative error* guna menentukan *software DIALux Evo 12.0* layak digunakan untuk proses simulasi pengujian alternatif desain. Untuk menentukan nilai keakuratan data hasil pengukuran langsung dengan simulasi *software*, dapat diketahui dengan menghitung nilai *relative error* dengan membandingkan seluruh data dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Relative\ Error\ (\%) = \frac{Data\ Simulasi - Data\ Pengukuran\ Langsung}{Data\ Simulasi} \times 100\%$$

Nilai *relative error* yang ditetapkan untuk data yang valid adalah maksimal 25% dari perbandingan antara pengukuran langsung dan hasil simulasi perangkat lunak (Australian Bureau of Statistic, 2017). Berikut merupakan tabel 4.3 rekapitulasi hasil nilai *relative error* dari pengukuran langsung menggunakan alat ukur luxmeter dan pengukuran menggunakan *Software DIALux Evo 12.0* pada ruang kelas A6.503:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Nilai *Relative Error*

Nilai illuminan	Pengukuran Langsung			Simulasi <i>Software</i>			<i>Relative Error</i> (%)			Rata- Rata
	09.00	12.00	15.00	09.00	12.00	15.00	09.00	12.00	15.00	
Titik 1	440	153	247	494	184	281	10,93%	16,84%	12,09%	13,28%
Titik 2	746	511	840	817	596	1127	8,69%	14,26%	25,46%	16,13%
Titik 3	215	221	662	232	245	733	7,32%	9,79%	9,68%	8,93%
Titik 4	146	70	134	161	75	145	9,31%	6,66%	7,58%	7,85%
Titik 5	159	98	213	172	111	244	7,55%	11,71%	12,7%	10,65%
Titik 6	96	79	189	107	87	233	10,28%	9,19%	18,88%	12,78%
Titik 7	68	37	73	74	40	80	8,1%	7,5%	8,75%	8,11%
Titik 8	65	41	97	74	47	103	12,16%	12,76%	5,82%	10,24%

Titik 9	49	38	86	57	42	104	14,03%	9,52%	17,3%	13,61%
Rata-rata							9,81%	10,91%	13,14%	11,28%

Berdasarkan hasil perbandingan antara pengukuran langsung dengan hasil simulasi menggunakan *software DIALux Evo 12.0* tersebut diketahui bahwa nilai rata-rata *relative error* yang didapatkan di bawah 25% yaitu sebesar 11,28%, itu berarti menunjukkan nilai tingkat akurasi dari hasil simulasi menggunakan *software DIALux Evo 12.0* cukup baik dan hasilnya dapat mewakili kondisi eksisting untuk keperluan pengujian alternatif-alternatif desain *light shelf* nantinya

3.3 Analisis Alternatif Desain

Setelah diketahui validasi dari simulasi menggunakan *software DIALux Evo 12.0* yang dipakai, tentunya metode simulasi ini dapat dikatakan valid/sah mewakili dari kondisi pencahayaan bangunan yang diteliti. Berikutnya akan disimulasikan alternatif-alternatif desain *light shelf* yang akan diujikan dimana akan dilakukan pada tanggal 21 Maret 2024 dengan mengambil 3 waktu yang berbeda, yakni pagi pukul 09.00, siang pukul 12.00 dan sore pukul 15.00. Parameter penilaian performa pencahayaan alami dinilai berdasarkan jauhnya penetrasi cahaya pada ruang yang memenuhi standar sebesar 250 lux dan luas distribusi cahaya pada ruang yang memenuhi standar sebesar 250 lux. Variabel yang akan diuji pada *light shelf* yaitu sudut kemiringan(0°, 15°, 30°, 45°), bahan material(*mirror*, *stainless steel*, dan *glanz paper*), posisi(dalam ruangan dan luar ruangan), bentuk permukaan(bergelombang dan datar), dan ukuran penampang(285 cm x 50 cm dan 285 cm x 75 cm) sehingga dari variabel tersebut menghasilkan 96 alternatif desain yang akan diuji menggunakan *software DIALux evo 12.0* guna mendapatkan rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik sesuai dengan standar pencahayaan untuk fungsi ruang kelas. Untuk rekapitulasi hasil analisis pengujian alternatif desain *light shelf* pada ruang kelas A6 503 gedung FIS UM menggunakan *software DIALux evo 12.0* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Alternatif Desain

Nama Pengujian	Panjang Penetrasi Cahaya Memenuhi SNI 250 lux (m)			Distribusi Cahaya Memenuhi SNI 250 lux (m ²)			Rata-Rata Persentase Peningkatan
	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00	
Pengujian 1	4,53 m	3,08 m	5,43 m	24,21 m ²	12,15 m ²	31,5 m ²	8,59 %
Pengujian 2	4,5 m	3,09 m	5,5 m	24,15 m ²	11,5 m ²	31,83 m ²	7,95 %
Pengujian 3	4,4 m	3,034 m	5,265 m	23,26 m ²	11,55 m ²	30,2 m ²	4,90 %
Pengujian 4	4,364 m	2,85 m	5,173 m	23 m ²	10,5 m ²	29,6 m ²	1,27 %
Pengujian 5	4,305 m	2,879 m	5,149 m	22 m ²	10,8 m ²	28,7 m ²	0,30 %
Pengujian 6	4,216 m	2,813 m	5,057 m	21,5 m ²	10,3 m ²	27,8 m ²	-2,38 %
Pengujian 7	4,312 m	2,88 m	5,101 m	22,2 m ²	11 m ²	28,4 m ²	0,45 %
Pengujian 8	4,238 m	2,824 m	5,088 m	21,6 m ²	10,5 m ²	27,8 m ²	-1,76 %
Pengujian 9	4,328 m	2,907 m	5,233 m	22,7 m ²	11 m ²	29,7 m ²	2,24 %
Pengujian 10	4,242 m	2,803 m	5,222 m	22 m ²	9,5 m ²	29 m ²	-1,90 %
Pengujian 11	4,306 m	2,918 m	5,193 m	22,5 m ²	10,8 m ²	29,1 m ²	1,29 %
Pengujian 12	4,226 m	2,704 m	5,073 m	21,8 m ²	9,4 m ²	28 m ²	-3,92 %

Live and Applied Science, Volume 5

Pengujian 13	4,306 m	2,88 m	5,153 m	22,2 m ²	10,9 m ²	28,6 m ²	0,57 %
Pengujian 14	4,217 m	2,814 m	5,056 m	21,5 m ²	10,4 m ²	28 m ²	-2,11 %
Pengujian 15	4,236 m	2,852 m	5,063 m	21,8 m ²	10,8 m ²	28,2 m ²	-0,86 %
Pengujian 16	4,17 m	2,809 m	4,981 m	21,2 m ²	10,4 m ²	27,4 m ²	-3,15 %
Pengujian 17	4,364 m	2,937 m	5,26 m	23 m ²	11,2 m ²	30,15 m ²	3,43 %
Pengujian 18	4,286 m	2,747 m	5,269 m	22,4 m ²	9,9 m ²	29,5 m ²	-0,71 %
Pengujian 19	4,332 m	2,956 m	5,22 m	22,7 m ²	11 m ²	29,5 m ²	2,38 %
Pengujian 20	4,257 m	2,747 m	5,109 m	22,1 m ²	9,7 m ²	28,7 m ²	-2,35 %
Pengujian 21	4,306 m	2,88 m	5,153 m	22 m ²	10,8 m ²	28,6 m ²	0,27 %
Pengujian 22	4,218 m	2,812 m	5,059 m	21,5 m ²	10,3 m ²	28 m ²	-2,26 %
Pengujian 23	4,263 m	2,847 m	5,072 m	21,8 m ²	10,75 m ²	28,1 m ²	-0,88 %
Pengujian 24	4,168 m	2,817 m	5,02 m	21,3 m ²	10,4 m ²	27,5 m ²	-2,85 %
Pengujian 25	4,689 m	3,267 m	5,537 m	25 m ²	12,85 m ²	32,5 m ²	12,89 %
Pengujian 26	4,773 m	3,306 m	5,628 m	25,4 m ²	12,5 m ²	33 m ²	13,82 %
Pengujian 27	4,498 m	3,094 m	5,29 m	24 m ²	12 m ²	30,9 m ²	7,35 %
Pengujian 28	4,51 m	3,112 m	5,32 m	24 m ²	11,8 m ²	31,1 m ²	7,43 %
Pengujian 29	4,441 m	2,928 m	5,27 m	23 m ²	11,25 m ²	29,7 m ²	3,53 %
Pengujian 30	4,416 m	2,933 m	5,224 m	22,8 m ²	11 m ²	29,5 m ²	2,67 %
Pengujian 31	4,415 m	2,966 m	5,182 m	23 m ²	11,33 m ²	29,4 m ²	3,30 %
Pengujian 32	4,383 m	2,918 m	5,205 m	22,7 m ²	10,95 m ²	29,25 m ²	2,09 %
Pengujian 33	4,496 m	3,014 m	5,366 m	23,77 m ²	12 m ²	31 m ²	7,02 %
Pengujian 34	4,493 m	2,982 m	5,373 m	23,6 m ²	11,1 m ²	30,9 m ²	5,32 %
Pengujian 35	4,4 m	2,984 m	5,203 m	23,23 m ²	11,4 m ²	29,9 m ²	3,98 %
Pengujian 36	4,431 m	2,967 m	5,251 m	23,35 m ²	11 m ²	30,2 m ²	3,84 %
Pengujian 37	4,443 m	2,928 m	5,271 m	23,1 m ²	11,25 m ²	29,8 m ²	3,67 %
Pengujian 38	4,418 m	2,934 m	5,226 m	22,8 m ²	10,95 m ²	29,4 m ²	2,56 %
Pengujian 39	4,415 m	2,967 m	5,181 m	23 m ²	11,3 m ²	29,4 m ²	3,26 %
Pengujian 40	4,383 m	2,92 m	5,204 m	22,68 m ²	11 m ²	29,2 m ²	2,13 %
Pengujian 41	4,518 m	3,052 m	5,389 m	24 m ²	11,85 m ²	31,5 m ²	7,65 %
Pengujian 42	4,535 m	3,043 m	5,417 m	24 m ²	11,4 m ²	31,5 m ²	7,09 %
Pengujian 43	4,441 m	3,009 m	5,221 m	23,4 m ²	11,6 m ²	30,3 m ²	5,01 %
Pengujian 44	4,445 m	3,005 m	5,262 m	23,43 m ²	11,2 m ²	30,5 m ²	4,68 %
Pengujian 45	4,443 m	2,929 m	5,268 m	23,1 m ²	11,3 m ²	29,75 m ²	3,72 %
Pengujian 46	4,417 m	2,934 m	5,226 m	22,8 m ²	11 m ²	29,5 m ²	2,69 %
Pengujian 47	4,415 m	2,967 m	5,181 m	23 m ²	11,4 m ²	29,4 m ²	3,40 %
Pengujian 48	4,382 m	2,92 m	5,204 m	22,7 m ²	10,9 m ²	29,2 m ²	1,99 %
Pengujian 49	4,597 m	3,149 m	5,475 m	24,75 m ²	12,5 m ²	32,25 m ²	10,77 %

Live and Applied Science, Volume 5

Pengujian 50	4,533 m	3,157 m	5,286 m	24,5 m ²	12,5 m ²	31,22 m ²	9,15 %
Pengujian 51	4,445 m	3,123 m	5,286 m	23,9 m ²	12,4 m ²	31 m ²	7,87 %
Pengujian 52	4,375 m	3,147 m	5,078 m	23,75 m ²	12,52 m ²	29,9 m ²	6,46 %
Pengujian 53	4,43 m	2,991 m	5,205 m	23,3 m ²	11,68 m ²	29,65 m ²	4,47 %
Pengujian 54	4,328 m	2,958 m	5,131 m	22,7 m ²	11,5 m ²	29 m ²	2,53 %
Pengujian 55	4,358 m	2,982 m	5,152 m	23 m ²	11,6 m ²	29,3 m ²	3,41 %
Pengujian 56	4,295 m	2,953 m	5,094 m	22,6 m ²	11,4 m ²	28,9 m ²	1,97 %
Pengujian 57	4,421 m	3,082 m	5,23 m	23,8 m ²	12,3 m ²	30,6 m ²	6,90 %
Pengujian 58	4,371 m	3,078 m	5,003 m	23,6 m ²	12,15 m ²	29,5 m ²	4,90 %
Pengujian 59	4,395 m	3,06 m	5,197 m	23,42 m ²	12 m ²	30,2 m ²	5,59 %
Pengujian 60	4,321 m	3,053 m	4,964 m	23,2 m ²	11,9 m ²	29 m ²	3,46 %
Pengujian 61	4,426 m	2,983 m	5,208 m	23,3 m ²	11,7 m ²	29,65 m ²	4,45 %
Pengujian 62	4,328 m	2,957 m	5,132 m	22,67 m ²	11,5 m ²	29 m ²	2,51 %
Pengujian 63	4,357 m	2,977 m	5,137 m	22,9 m ²	11,6 m ²	29,3 m ²	3,25 %
Pengujian 64	4,339 m	2,971 m	5,054 m	22,8 m ²	11,5 m ²	28,9 m ²	2,41 %
Pengujian 65	4,446 m	3,106 m	5,266 m	24 m ²	12,44 m ²	31 m ²	7,85 %
Pengujian 66	4,4 m	3,104 m	5,048 m	23,8 m ²	12,4 m ²	29,85 m ²	6,04 %
Pengujian 67	4,406 m	3,075 m	5,214 m	23,55 m ²	12,16 m ²	30,44 m ²	6,25 %
Pengujian 68	4,333 m	3,079 m	4,985 m	23,4 m ²	12,14 m ²	29,2 m ²	4,36 %
Pengujian 69	4,302 m	2,964 m	5,091 m	22,8 m ²	11,8 m ²	28,88 m ²	2,78 %
Pengujian 70	4,359 m	2,976 m	5,132 m	22,9 m ²	11,5 m ²	29 m ²	2,91 %
Pengujian 71	4,341 m	2,987 m	5,177 m	23 m ²	11,55 m ²	29,3 m ²	3,38 %
Pengujian 72	4,334 m	2,972 m	5,086 m	22,8 m ²	11,5 m ²	29 m ²	2,56 %
Pengujian 73	4,435 m	3,338 m	5,108 m	24 m ²	13,2 m ²	30 m ²	9,17 %
Pengujian 74	4,367 m	3,428 m	4,959 m	23,8 m ²	13,7 m ²	29 m ²	8,94 %
Pengujian 75	4,266 m	2,992 m	5,013 m	23 m ²	12 m ²	29,11 m ²	3,12 %
Pengujian 76	4,167 m	2,963 m	4,978 m	22,4 m ²	12 m ²	28,6 m ²	1,69 %
Pengujian 77	4,252 m	2,927 m	5,047 m	22,7 m ²	11,7 m ²	28,7 m ²	1,89 %
Pengujian 78	4,225 m	2,888 m	5,005 m	22,2 m ²	11,5 m ²	28,1 m ²	0,39 %
Pengujian 79	4,249 m	2,93 m	5,035 m	22,5 m ²	11,55 m ²	28,6 m ²	1,42 %
Pengujian 80	4,207 m	2,868 m	5,012 m	22,13 m ²	11,33 m ²	28,3 m ²	0,04 %
Pengujian 81	4,29 m	2,987 m	4,967 m	22,75 m ²	11,9 m ²	28,8 m ²	2,51 %
Pengujian 82	4,15 m	2,864 m	4,858 m	22 m ²	11,5 m ²	27,67 m ²	-0,94 %
Pengujian 83	4,225 m	2,944 m	4,963 m	22,5 m ²	11,7 m ²	28,5 m ²	1,33 %
Pengujian 84	4,098 m	2,855 m	4,894 m	21,7 m ²	11,4 m ²	27,65 m ²	-1,46 %
Pengujian 85	4,261 m	2,933 m	5,019 m	22,65 m ²	11,66 m ²	28,65 m ²	1,74 %
Pengujian 86	4,227 m	2,886 m	5,042 m	22,2 m ²	11,4 m ²	28,2 m ²	0,42 %

Pengujian 87	4,254 m	2,932 m	5,001 m	22,35 m ²	11,53 m ²	28,4 m ²	1,08 %
Pengujian 88	4,224 m	2,869 m	5,012 m	22,16 m ²	11,33 m ²	28 m ²	-0,04 %
Pengujian 89	4,306 m	3,018 m	4,998 m	23 m ²	12 m ²	29 m ²	3,31 %
Pengujian 90	4,208 m	2,921 m	4,874 m	22,3 m ²	11,7 m ²	28 m ²	0,39 %
Pengujian 91	4,229 m	2,951 m	4,954 m	22,65 m ²	11,8 m ²	28,7 m ²	1,74 %
Pengujian 92	4,12 m	2,875 m	4,907 m	21,85 m ²	11,55 m ²	27,8 m ²	-0,79 %
Pengujian 93	4,278 m	2,954 m	5,06 m	22,6 m ²	11,67 m ²	28,75 m ²	2,10 %
Pengujian 94	4,198 m	2,879 m	4,998 m	22,15 m ²	11,4 m ²	28 m ²	-0,03 %
Pengujian 95	4,237 m	2,929 m	4,998 m	22,4 m ²	11,5 m ²	28,22 m ²	0,88 %
Pengujian 96	4,189 m	2,859 m	5,028 m	22 m ²	11,2 m ²	27,9 m ²	-0,55 %

Didapatkan hasil pengujian alternatif desain *light shelf* menggunakan *software DIALux 12.0* seperti tabel diatas, selanjutnya akan dilakukan pengujian analisis regresi linier menggunakan *software SPSS* untuk mengetahui pengaruh penggunaan *light shelf* terhadap distribusi pencahayaan alami pada ruang kelas A6 503 gedung FIS UM. Variabel yang dianalisis pada permodelan ini dibagi menjadi dua yaitu variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X). variabel terikat yang digunakan yaitu nilai area distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux, sedangkan untuk variabel bebas terdiri dari (sudut kemiringan (X1); 0° = 1; 15° = 2; 30° = 3; 45° = 4), (Bahan Material (X2); *mirror* = 1; *stainless steel* = 2; *glanz paper* = 3), (posisi (X3); dalam ruangan = 1; luar ruangan = 2), (bentuk (X4); datar = 1; bergelombang = 2), dan (luas penampang (X5); 285 cm x 50 cm = 1; 285 cm x 75 cm = 2).

Berdasarkan hasil pengujian analisis regresi linier didapatkan bahwa penggunaan *light shelf* berpengaruh signifikan dalam meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas, hal ini dibuktikan dengan uji analisis regresi linier *software SPSS* untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 09.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y1 = 0,064 X1 - 0,228 X2 - 0,844 X3 - 0,360 X4 - 0,351 X5$, selanjutnya untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 12.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y2 = 0,383 X1 - 0,188 X2 - 0,483 X3 - 0,222 X4 - 0,377 X5$, sedangkan untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 15.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y3 = -0,194 X1 - 0,282 X2 - 1,183 X3 - 0,551 X4 - 0,526 X5$.

3.4 Analisis Rekomendasi Desain

Setelah mengetahui analisis hasil uji pengaruh penggunaan *light shelf* terhadap distribusi pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang kelas menggunakan *SPSS*, maka selanjutnya adalah menentukan rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik dari variabel yang diuji menggunakan *software DIALux eva 12.0*. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software DIALux Evo 12.0* pada tanggal 21 Maret 2024 dengan 96 model pengujian alternatif desain *light shelf* yang

berbeda, didapatkan 4 alternatif desain *light shelf* yang terbaik dan akan dibandingkan dengan model pengujian tanpa menggunakan *light shelf* untuk mengetahui kualitas dan kuantitas cahaya yang dihasilkan dari pemodelan *light shelf* yang telah dilakukan. Model-model pengujian alternatif *light shelf* yang terbaik antara lain yang pertama model pengujian 26 (15°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 75 cm) dengan kenaikan sebesar 13,82% dari kondisi eksisting, model pengujian 25 (15°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 12,89% dari kondisi eksisting, model pengujian 49 (30°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 10,77% dari kondisi eksisting, dan model pengujian 73 (45°, *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) dengan kenaikan sebesar 9,17% dari kondisi eksisting. Berikut merupakan tabel rekapitulasi rekomendasi desain.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Rekomendasi Desain

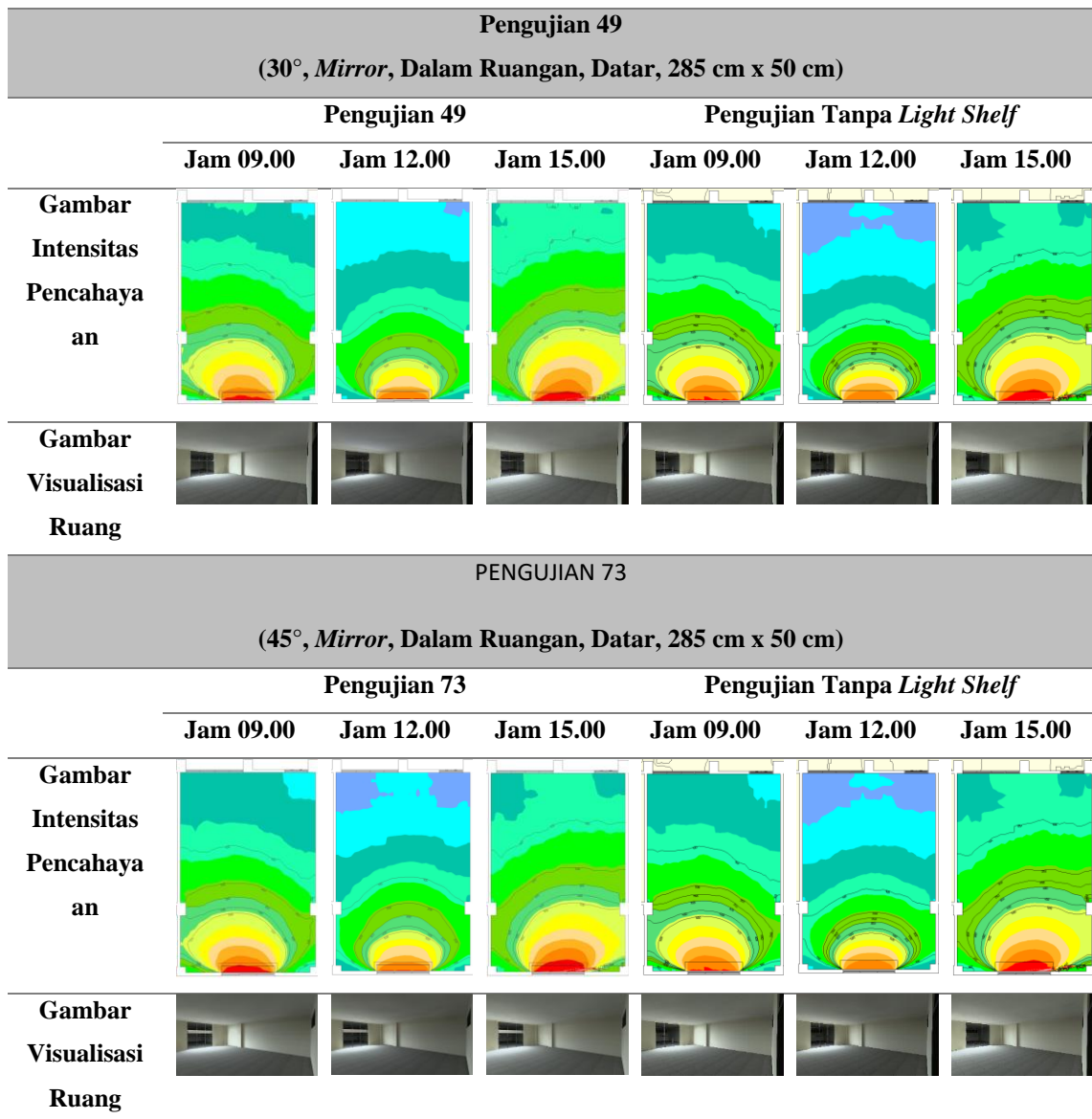
Nama Pengujian	Panjang Penetrasi Cahaya Memenuhi SNI 250 lux (m)			Distribusi Cahaya Memenuhi SNI 250 lux (m ²)			Rata-Rata Persentase Peningkatan
	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00	
Pengujian tanpa <i>light shelf</i>	4,208 m	2,849 m	4,975 m	22,378 m ²	11,25 m ²	28,513 m ²	-
Pengujian 26	4,773 m	3,306 m	5,628 m	25,4 m ²	12,5 m ²	33 m ²	13,82 %
Pengujian 25	4,689 m	3,267 m	5,537 m	25 m ²	12,85 m ²	32,5 m ²	12,89 %
Pengujian 49	4,597 m	3,149 m	5,475 m	24,75 m ²	12,5 m ²	32,25 m ²	10,77 %
Pengujian 73	4,435 m	3,338 m	5,108 m	24 m ²	13,2 m ²	30 m ²	9,17 %

Dari perbandingan model pengujian menggunakan alternatif desain *light shelf* dan yang tidak menggunakan *light shelf* pada ruang kelas A6.503 gedung FIS UM diatas ini, didapatkan bahwa penggunaan *light shelf* dapat mendistribusikan pencahayaan alami di ruang kelas menjadi lebih baik. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai penetrasi dan distribusi pencahayaan alami yang masuk kedalam ruangan meningkat sebesar lebih dari 10%. Untuk gambaran dari perbandingan intensitas pencahayaan ruang dan gambar visualisasi ruang pada ruang kelas kondisi eksisting dengan hasil dari rekomendasi desain *light shelf* yang terbaik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Gambar *False Colour* dan 3D Visualisasi Ruang Kelas A6 503

Pengujian 26 (15°, <i>Mirror</i> , Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 75 cm)						
	Pengujian 26			Pengujian Tanpa <i>Light Shelf</i>		
	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00
Gambar Intensitas Pencahayaan						
Gambar Visualisasi Ruang						

Pengujian 25 (15°, <i>Mirror</i> , Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm)						
	Pengujian 25			Pengujian Tanpa <i>Light Shelf</i>		
	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00	Jam 09.00	Jam 12.00	Jam 15.00
Gambar Intensitas Pencahayaan						
Gambar Visualisasi Ruang						



Dapat dilihat pada hasil dari 4 rekomendasi desain menggunakan *software DIALux evo 12.0* dalam *false colour* dan gambar visual 3D diatas menunjukkan bahwa di ruang kuliah memiliki perbedaan warna yang signifikan, yaitu intensitas pencahayaan paling tinggi terjadi pada sore hari pukul 15.00, kemudian dilanjutkan pada pagi hari pukul 09.00, serta intensitas pencahayaan paling rendah terjadi pada pukul 12.00. Penelitian ini sesuai dengan tujuan dari pemanfaatan pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan yaitu untuk menggerakkan cahaya alami sedalam mungkin ke dalam ruangan atau bangunan, dengan demikian dapat menambah pencahayaan pada bagian ruang yang lebih dalam sehingga dapat mengurangi tingkat kontras, silau dan kecerlangan terhadap bagian ruangan yang berada di dekat bukaan (Pangestu, 2019).

Kesimpulan akhir yang didapatkan adalah dengan memodifikasi variabel yang berpengaruh pada *light shelf* seperti sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk permukaan, dan luas permukaan dari *light shelf* dapat meningkatkan penetrasi dan distribusi cahaya menjadi lebih merata dalam ruangan sehingga dapat mengurangi perbedaan kontras cahaya antara area yang dekat dengan bukaan

dengan area yang jauh dari bukaan. Penggunaan *light shelf* bekerja dengan memantulkan cahaya dari luar ruangan kemudian lanjut ke plafon hingga jauh ke dalam ruang kelas (Tiono & Indrani, 2015). Dari apa yang telah dilakukan dalam analisis kondisi eksisting sampai rekomendasi desain, didapatkan hasil yang dapat meningkatkan intensitas pencahayaan dengan memanfaatkan pencahayaan alami lebih baik dan sesuai dengan standar SNI.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan *light shelf* berpengaruh signifikan dalam meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas, hal ini dibuktikan dengan uji analisis regresi linier *software* SPSS untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 09.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y1 = 0,064 X1 - 0,228 X2 - 0,844 X3 - 0,360 X4 - 0,351 X5$, selanjutnya untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 12.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y2 = 0,383 X1 - 0,188 X2 - 0,483 X3 - 0,222 X4 - 0,377 X5$, sedangkan untuk distribusi pencahayaan alami yang memenuhi SNI 250 lux pada pukul 15.00 dengan variabel yang berpengaruh adalah sudut kemiringan, bahan material, posisi, bentuk, dan luas penampang menghasilkan persamaan $Y3 = -0,194 X1 - 0,282 X2 - 1,183 X3 - 0,551 X4 - 0,526 X5$.
2. Urutan hasil rekomendasi desain *light shelf* dari yang paling optimal dalam meningkatkan pencahayaan alami pada ruang kelas yaitu bentuk *light shelf* dengan model pengujian 26 (15° , *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 75 cm) yang dapat meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas sebesar 13,82% dari kondisi eksisting, model pengujian 25 (15° , *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) yang dapat meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas sebesar 12,89% dari kondisi eksisting, model pengujian 49 (30° , *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) yang dapat meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas sebesar 10,77% dari kondisi eksisting, dan model pengujian 73 (45° , *Mirror*, Dalam Ruangan, Datar, 285 cm x 50 cm) yang dapat meningkatkan performa pencahayaan alami pada ruang kelas sebesar 9,17% dari kondisi eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. E., & Pangestu, M. D. (2022). Pengaruh Bentuk Light Shelf Terhadap Penetrasi Cahaya Pada Gedung Perkantoran Di Kawasan Tropis. *ALUR: Jurnal Arsitektur*, 5(1), 1-10
- Lechner, N. (2007). Heating, Cooling, Lighting: Metode Desain untuk Arsitektur Edisi 2. Terjemahan Sandriana Siti. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Pangestu, M. D. (2019). Pencahayaan alami dalam bangunan. Pencahayaan alami dalam bangunan.

Live and Applied Science, Volume 5

- Putra, Y. H. (2020). *Pergerakan Matahari dan Pemodelan Angkasa*. 1–16.
- Sayyaf, U. (2021). *Analisis dan Evaluasi Pengaruh Nilai Reflektansi Dinding Internal, Atap Internal, dan Light Shelf terhadap Tingkat Iluminasi yang Optimum di Gedung Program Diploma Ekonomika dan Bisnis Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Seftyarizki, D., Hakim, A. H., & Razali, M. R. (2020). Identification of Visual and Thermal Comfort in Classroom. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 874(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/874/1/012036>
- SNI. 2000. *SNI-03-6197-2000 tentang konservasi energi pada system pencahayaan*. Jakarta: BSN.
- SNI. 2001. *SNI-03-2396-2001 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- SNI. 2001. *SNI-03-6575-2001 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN
- SNI. 2004. *SNI-16-7062-2004 tentang pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja*. Jakarta: BSN
- Thojib, J., & Adhitama, M. S. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang). *RUAS*, 11(2), 10–15.
- Tiono, E., & Indrani, H. (2015). Pengaruh Eksperimen Light Shelf terhadap Pencahayaan Alami pada Ruang Kerja. *JURNAL INTRA*, 3.
- Ulin, M., & Dedy, A. (2018). Pencahayaan alami pada ruang kelas (Studi kasus gedung Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang),(Natural Lighting in Classrooms (Case Study of the Faculty of Social Sciences, State University of Malang). *Jurnal Arsitektur*.
- Wiyanto, Agrippina Fleta Eddi. (2021). Analisis pencahayaan alami dan buatan pada ruang kantor terhadap kenyamanan visual pengguna. *Jurnal Patra*, 3.1: 33-42.