

Efektivitas Bukaannya dan Pembayang Matahari terhadap Kinerja Pencahayaan Alami Ruang Kelas SMP Islam Sabilillah Malang

Rury Rosmawati¹ dan Heru Sufianto²

¹Mahasiswa Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: ruryros17@gmail.com; hsufianto@gmail.com

ABSTRAK

Pencahayaan alami merupakan salah satu jenis pencahayaan yang dapat digunakan terutama pada kota dengan iklim tropis seperti di Kota Malang dimana mempunyai sinar matahari yang melimpah. Bukaannya dan pembayang matahari merupakan elemen bangunan yang mempengaruhi tingkat pencahayaan dalam ruang. Pada ruang kelas dibutuhkan tingkat pencahayaan sebesar 250 lux dan distribusi cahaya yang merata untuk mencapai suatu pencahayaan yang ideal. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa ruang kelas SMP Islam Sabilillah mempunyai distribusi cahaya tidak merata, silau yang masuk ke dalam ruangan, serta masih terdapat area yang tidak memenuhi standar pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari desain bukaannya dan pembayang matahari yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja pencahayaan alami. Studi kuantitatif eksperimen dilakukan dengan menggunakan alat ukur lapangan dan simulasi komputer mengenai pencahayaan. Studi ini menunjukkan bahwa kombinasi modifikasi dengan meningkatkan rasio luas bukaannya sebesar 5-10%, penambahan pembayang matahari horizontal 2-3 sirip selebar 40-85 cm dan pembayang matahari vertikal 40 cm, pemberian *lightselves* 1-2 sirip, serta penurunan plafon sebesar 30 cm dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sebesar 60-71% dengan cahaya yang terdistribusi lebih merata.

Kata Kunci : Bukaannya, Pembayang Matahari, Kinerja Pencahayaan Alami, Ruang Kelas

ABSTRACT

Natural lighting is one type of lighting that can be used especially in cities with tropical climates such as in Malang where it has abundant sunshine. Openings and sun shading are building elements that affect the level of illumination in space. In the classroom it takes a lighting level of 250 lux and a uniform distribution of light to achieve an ideal lighting. The result of observation shows that the classroom of Islam Sabilillah Islamic Junior High School has uneven distribution of light, glare that enter into the room, and there are still areas that do not meet the lighting standard. This study aims to find the most effective openings and sun shading design in improving the performance of natural lighting. Quantitative experimental studies were conducted using measurements and computer simulations of lighting. This study shows that the combination of modifications by increasing the ratio of the openings area by 5-10%, the addition of horizontal sun shading 2-3 fins width of 40-85 cm and vertical 40 cm, 1-2 fins of lightselves, and decrease 30 cm of ceiling can increase the natural lighting performance by 60-71% with light distributed more evenly.

Keywords : Openings, Sun Shading, Natural Lighting Performance, Classroom

1. Pendahuluan

Letak geografis Kota Malang terletak di sekitar garis katulistiwa dan termasuk dalam iklim tropis yang memiliki sinar matahari melimpah (Lim, et al., 2012). Sinar matahari yang melimpah berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pencahayaan alami namun juga mempunyai dampak negatif yaitu memasukkan panas dan silau ke dalam ruangan. Tidak semua bangunan memanfaatkan keuntungan letak strategis sehingga tidak mengoptimalkan pemanfaatan cahaya alami (Baharuddin, 2011). Para perencana bangunan harus mempertimbangkan pemanfaatan pencahayaan alami yang optimal melalui strategi bukaan dan pembayangan matahari pada bangunan. (Avezta, 2017).

Seseorang akan merasakan suatu kenyamanan visual ketika tingkat pencahayaan yang masuk ke dalam suatu ruangan cukup. Pencahayaan yang kurang memadai dalam suatu ruangan tidak menunjang kelancaran aktifitas di dalamnya, begitu pula sebaliknya (Karyono, 2016). Ruang kelas merupakan ruang sebagai wadah belajar mengajar yang memerlukan kinerja pencahayaan yang baik. Penelitian oleh George Loisos dalam bukunya yang berjudul *Daylight For School: An Investigation Into The Relationship Between Daylight and Human Performance* menemukan bahwa siswa dengan pencahayaan alami yang baik memiliki nilai yang lebih tinggi 7-26% dibandingkan dengan siswa dengan pencahayaan alami yang buruk. Hal tersebut menunjukkan bahwa pencahayaan alami penting dalam perancangan suatu ruang kelas.

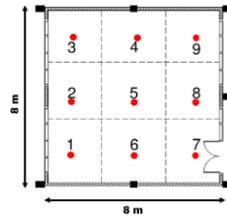
Objek penelitian ini adalah ruang kelas di SMP Islam Sabilillah Malang. Kegiatan pada sekolah tersebut dimulai dari pukul 07.00-16.00 yang artinya dapat memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber pencahayaan utama pada ruang. Terdapat beberapa permasalahan dalam ruang kelas antara lain orientasi bukaan yang tidak sesuai dengan iklim tropis yaitu menghadap ke arah tenggara dan barat laut, masih terdapat silau dan panas yang masuk ke dalam ruangan, serta distribusi cahaya yang kurang merata. Masih banyak area pada ruang kelas yang belum memenuhi standar pencahayaan yang ditetapkan SNI 03-6197-2000 yaitu 250 lux. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui efektivitas bukaan dan pembayangan matahari serta rekomendasinya untuk dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami pada ruang kelas SMP Islam Sabilillah Malang.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif-eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahapan yaitu tahap pengumpulan data, analisis kondisi eksisting, dan sintesis. Tahap pengumpulan data adalah tahap mengumpulkan semua data yang berkaitan dengan kondisi ruang kelas, pembayangan matahari, bukaan, dan tingkat pencahayaan alami pada objek penelitian. Pengukuran tingkat pencahayaan alami dilakukan dengan menggunakan alat luxmeter yang diletakkan sejajar dengan bidang kerja dengan jarak titik ukur per 3 m sesuai dengan SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung. Objek yang diteliti mempunyai dimensi ruang $8 \times 8 \text{ m}^2$, sehingga pada ruang kelas tersebut terdapat 9 titik ukur. Observasi tersebut dilakukan pada tiga waktu yang berbeda yaitu pukul 08.00, 13.00, dan 15.00.

Tahap analisis data terdiri dari tahap analisis visual, pengukuran lapangan, dan simulasi. Analisis data dilakukan dengan cara membandingkan hasil tingkat pencahayaan di lapangan dengan standar tingkat pencahayaan pada ruang kelas yaitu 250 lux (SNI 03-6197-2000). Analisis visual adalah analisis mengenai data kondisi ruang kelas secara

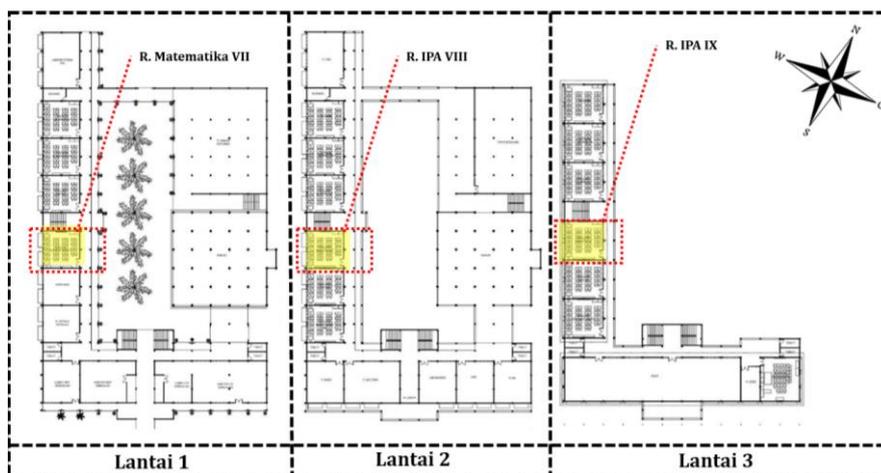
visual, analisis pengukuran lapangan adalah analisis hasil tingkat pencahayaan alami pada observasi langsung, sedangkan analisis simulasi adalah analisis perbandingan tingkat pencahayaan alami pada observasi lapangan dengan permodelan menggunakan *software* Dialux 4.12.



Gambar 1. Titik Ukur pada Ruang Kelas

Tahap sintesis desain adalah tahap perumusan alternatif desain. Data yang didapatkan dari analisis kondisi eksisting disimpulkan sehingga mendapatkan rumusan untuk rekomendasi desain. Terdapat tiga tahap dalam eksperimen desain yaitu tahap eksternal I (modifikasi bukaan), eksternal II (modifikasi bukaan-pembayang matahari), serta eksternal-internal (modifikasi bukaan-pembayang matahari-*lightshelves*-plafon). Elemen yang diubah pada tahap ini merupakan variabel bebas dengan variabel terikatnya berupa tingkat pencahayaan serta distribusi cahaya. Perubahan tersebut didasarkan pada sbv dan sbh minimal yaitu 40° untuk sbv dan 33° untuk sbh. Setiap tahapan modifikasi akan disimulasikan menggunakan *software* Dialux 4.12 kemudian hasilnya dibandingkan dengan standar pencahayaan pada ruang kelas. Desain ruang dengan area yang memenuhi standar terbanyak adalah desain terpilih dari masing-masing kelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa desain tersebut adalah yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja pencahayaan alami.

Pada objek penelitian, ruang kelas mempunyai orientasi bukaan yang sama yaitu menghadap ke arah tenggara-barat laut. Sampel pada penelitian ini adalah 3 ruang kelas, yaitu masing-masing satu ruang kelas per lantai bangunan. Sampel tersebut mempresentasikan perbedaan posisi serta bukaan dan pembayang matahari pada tiap lantai.



Gambar 2. Letak Sampel Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Objek yang diteliti adalah ruang kelas pada gedung SMP Islam Sabilillah Malang. Gedung tersebut mempunyai arsitektur dengan konsep timur tengah yang menggunakan elemen garis vertikal dan lengkung sebagai ciri khas utamanya. Bukaan bangunan

menggunakan material *clear glass* dan diletakkan pada sisi tenggara dan barat laut bangunan. Pada sisi tenggara, ruang kelas pada lantai 1 dan 2 menggunakan pembayang matahari horizontal selebar 1m sedangkan pada lantai 3 selebar 40 cm. Pada sisi barat laut pembayang matahari yang digunakan merupakan atap koridor luar dengan lebar 4 m pada lantai 1 serta 2,4 m pada lantai 2 dan 3.



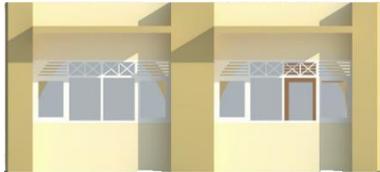
Gambar 3. Tampak Sisi Tenggara dan Barat Laut SMP Islam Sabilillah Malang.

Pada analisis kondisi eksisting diketahui bahwa masih banyak area pada ruang kelas lantai 1-3 yang belum memenuhi standar pencahayaan. Pada ruang kelas lantai 1, kinerja pencahayaan alami sebesar 33%, pada ruang kelas lantai 2 sebesar 37%, sedangkan pada ruang kelas lantai 3 sebesar 26%. Hal tersebut menunjukkan bahwa elemen bukaan dan pembayang matahari masih kurang efektif dalam meningkatkan kinerja pencahayaan alami.

3.1 Ruang Kelas Matematika VII (Lantai 1)

Pada kondisi eksisting (Tabel 1C) terlihat bahwa kinerja pencahayaan alami pada ruang kelas masih kurang optimal karena area yang memenuhi tingkat pencahayaan ideal (200-300 lux) hanya berkisar 33% dan distribusi cahaya tidak merata. Setelah dilakukan rekomendasi desain (Tabel 1A dan 1B) dengan modifikasi bukaan, penambahan pembayang matahari dan pemberian *lightshelves* dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami ruang sebesar 60% dan distribusi cahaya yang lebih merata. Pada desain rekomendasi masih terdapat area yang terlalu gelap namun bukan pada area kerja, melainkan pada area dekat lemari dan rak sepatu.

Tabel 1. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas Matematika VII

Aspek	Kondisi Eksisting	Rekomendasi
A. Bukaan	 <p>Bukaan sisi tenggara</p>  <p>Bukaan sisi barat laut</p>	 <p>Bukaan sisi tenggara</p>  <p>Bukaan sisi tenggara</p>
	Rasio bukaan terhadap luas ruang 20%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen kayu finishing cat warna putih.	Rasio bukaan terhadap luas ruang 25%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen kayu finishing cat warna putih.

Lanjutan Tabel 1. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas Matematika VII

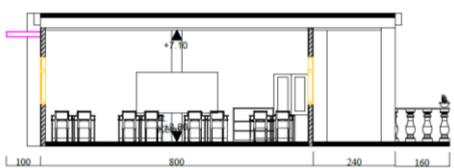
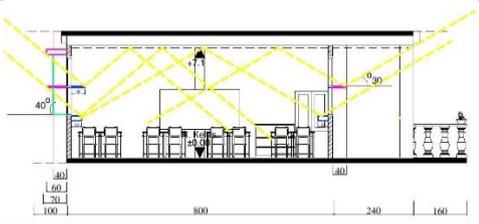
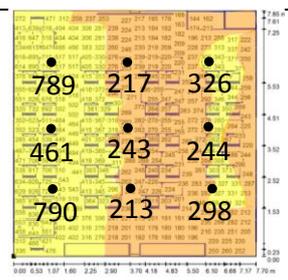
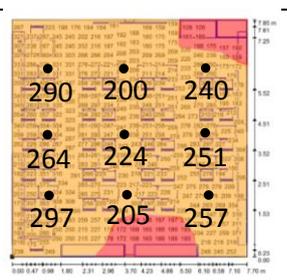
Aspek	Kondisi Eksisting	Rekomendasi				
B. Pembayang Matahari & Lightshelves						
	<p>Keterangan: ■ : Bukaan ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightshelves</p> <p>-Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai -Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai</p>					
	<p>-Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara dua sirip dengan ketinggian 1,1 m (lebar 85 cm) dan 2,15 m (lebar 60 cm) -Pembayang matahari vertikal di sisi tenggara dengan lebar 40 cm. -Lightshelves sisi tenggara 2 sirip dengan lebar 25 cm (h 1,1 m) dan 40 cm (h 2,15 m)</p>					
C. Kinerja Pencahayaan Alami	Pagi (08.00)	<p>EAverage : 352 Lux</p>	33%	Pagi (08.00)	<p>EAverage : 231 Lux</p>	100%
	Siang (13.00)	<p>EAverage : 446 Lux</p>	67%	Siang (13.00)	<p>EAverage : 293 Lux</p>	78%
	Sore (15.00)	<p>EAverage : 246 Lux</p>	0%	Sore (15.00)	<p>EAverage : 229 Lux</p>	100%
		33%		93%		
		<p>■ : >300 lux (terlalu terang) ■ : 200-300 lux (ideal/nyaman) ■ : <200 lux (terlalu gelap)</p>				

3.2 Ruang Kelas IPA VIII (Lantai 2)

Pada pengamatan kondisi eksisting masih banyak terdapat area yang terlalu terang dengan distribusi cahaya yang kurang merata (Tabel 2C). Bukaan diletakkan di sisi tenggara dan barat laut ruang dengan pembayang matahari horizontal. Di sisi barat laut terdapat koridor terbuka dengan lebar 4 m dengan atap koridor selebar 2,4 m.

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa rekomendasi desain pada ruang kelas IPA VII dengan modifikasi bukaan, pembayang matahari, dan *lightselves* dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dari 37% menjadi 97% dengan distribusi cahaya yang lebih merata (Tabel 2A dan 2C).

Tabel 2. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas IPA VIII

Aspek	Kondisi Eksisting	Rekomendasi
A. Bukaan	 <p>Bukaan sisi tenggara</p> <p>Bukaan sisi barat laut</p>	 <p>Bukaan sisi tenggara</p> <p>Bukaan sisi tenggara</p>
	Rasio bukaan terhadap luas ruang 20%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen kayu finishing cat warna putih.	Rasio bukaan terhadap luas ruang 30%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen kayu finishing cat warna putih.
B. Pembayang Matahari & <i>Lightshelves</i>		
	<p>Keterangan: ■ : Bukaan ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : <i>Lightshelves</i></p> <p>-Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai</p> <p>-Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai</p>	<p>-Pembayang matahari vertikal disisi tenggara dengan lebar 40 cm</p> <p>-Pembayang matahari horizontal dua sirip di sisi tenggara dengan lebar 60 cm (h 2,15 m) dan 70 cm (h 3,1 m)</p> <p>-Pembayang matahari horizontal di sisi barat laut dengan lebar 40 cm (h 2,15 m)</p> <p>-<i>Lightshelves</i> di sisi tenggara dua sirip dengan lebar 30 cm (h 1,25 m) dan 40 cm (h 2,15 m)</p> <p>-<i>Lightshelves</i> di sisi barat laut dengan lebar 30 cm (h 1,25 m)</p>
C. Kinerja Pencahayaan Alami	<p>Pagi (08.00)</p>  <p>EAverage : 398 Lux</p> <p>56%</p>	<p>Pagi (08.00)</p>  <p>EAverage : 247 Lux</p> <p>100%</p>

Lanjutan Tabel 2. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas IPA VIII

Aspek	Kondisi Eksisting		Rekomendasi			
C. Kinerja Pencahaya- an Alami	Siang (13.00)	<p>E_{Average} : 556 Lux</p>	11%	Siang (13.00)	<p>E_{Average} : 277 Lux</p>	89%
	Sore (15.00)	<p>E_{Average} : 365 Lux</p>	44%	Sore (15.00)	<p>E_{Average} : 261 Lux</p>	100%
		37%		97%		

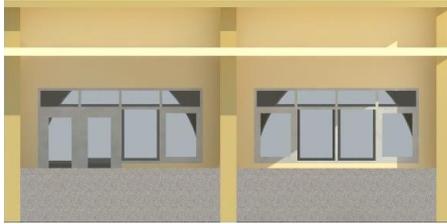
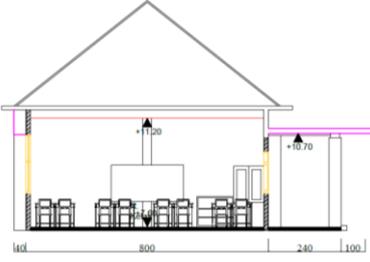
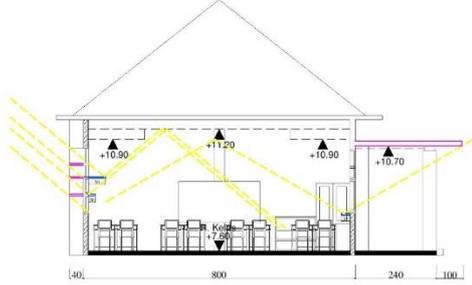
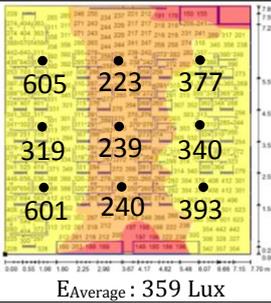
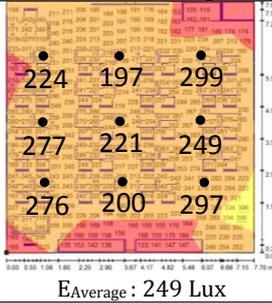
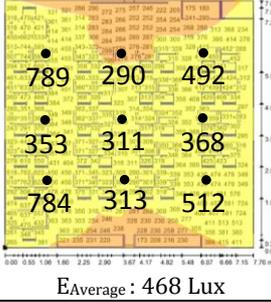
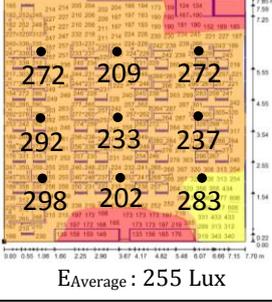
3.3 Ruang Kelas IPA IX (Lantai 3)

Hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan bahwa kinerja pencahayaan alami pada ruang kelas IPA IX masih kurang optimal. Masih terdapat area yang terlalu terang serta distribusi cahaya yang kurang merata pada ruang tersebut (Tabel 3C). Bukaan di sisi tenggara ruang merupakan jendela lengkung dengan pembayang matahari mengikuti bentuk jendela tersebut selebar 40 cm. Di sisi barat laut terdapat bukaan segiempat dengan pembayang matahari horizontal selebar 2,4 m yang juga merupakan atap dari koridor di sisi barat laut. Pada 3 dapat diketahui bahwa modifikasi bukaan, pembayang matahari, *lightshelves*, dan plafon dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sebesar 71% dari yang awalnya hanya 26% menjadi 97%. Area yang memenuhi tingkat pencahayaan standar juga meningkat dengan distribusi cahaya yang lebih merata dari kondisi eksisting.

Tabel 3. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas IPA IX

Aspek	Kondisi Eksisting	Rekomendasi
A. Bukaan	<p>Bukaan sisi tenggara</p>	<p>Bukaan sisi tenggara</p>

Lanjutan Tabel 3. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas IPA IX

Aspek	Kondisi Eksisting		Rekomendasi			
A. Bukaan	 <p>Bukaan sisi barat laut</p>		 <p>Bukaan sisi tenggara</p>			
	Rasio bukaan terhadap luas ruang 21%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen aluminium		Rasio bukaan terhadap luas ruang 28%, material kaca <i>clear glass</i> , kusen aluminium.			
B. Matahari & <i>Lightshelves</i>						
	<p>Keterangan: █ : Bukaan █ : Pembayang Matahari Horizontal █ : Pembayang Matahari Vertikal █ : <i>Lightshelves</i></p> <p>-Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai -Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai</p>		<p>- Pembayang matahari tenggara : Horizontal 3 sirip dengan lebar 40 cm dengan ketinggian masing-masing 1,45 m; 1,95 m; 2,38 m -Lebar pembayang matahari barat laut sesuai kondisi eksisting. -<i>Lightshelves</i> sisi tenggara dua sirip dengan ketinggian 1,45 m dari lantai (lebar 20 cm) dan 1,95 m (lebar 50 cm) -<i>Lightshelves</i> sisi barat laut dengan ketinggian 1,1 m (lebar 25 cm) - Penurunan plafon 30 cm pada area sisi tenggara dan barat laut ruangan.</p>			
C. Kinerja Pencahayaan Alami	Pagi (08.00)	 <p>EAverage : 359 Lux</p>	33%	Pagi (08.00)	 <p>EAverage : 249 Lux</p>	89%
		 <p>EAverage : 468 Lux</p>	11%		 <p>EAverage : 255 Lux</p>	100%

Lanjutan Tabel 3. Strategi Pencahayaan Alami Ruang Kelas IPA IX

Aspek	Kondisi Eksisting		Rekomendasi		
C. Kinerja Pencahayaan Alami	Sore (15.00)	<p>EAverage : 307 Lux</p>	33%	<p>EAverage : 249 Lux</p>	100%
		26%		97%	

4. Kesimpulan

Hasil penelitian diatas menunjukkan bahwa bukaan dan pembayang matahari pada ruang kelas masih kurang efektif ,dimana kinerja pencahayaan alami hanya berkisar antara 26-37%. Rekomendasi desain dilakukan dalam beberap tahap yaitu:

- Rekomendasi Eksternal I (Bukaan)
Penambahan rasio bukaan sebesar 5-10% dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sebesar 5-11%
- Rekomendasi Eksternal II (Bukaan-pembayang Matahari)
Perhitungan dimensi dan posisi pembayang matahari disesuaikan dengan sbv dan sbh. Pada objek penelitian digunakan sbv dan sbh minimal yaitu 40° untuk sbv dan 33° untuk sbh. Rekomendasi pembayang matahari disesuaikan dengan sudut tersebut sehingga rekomendasi eksternal II memperoleh peningkatan kinerja pencahayaan alami sebesar 15-49%.
- Rekomendasi Eksternal-Internal (Bukaan-Pembayang Matahari-Lihgtshelves-Plafon)
Perubahan bukaan, penambahan pembayang matahari dan pemberian *lightshelves* dapat menambah kinerja pencahayaan alami sebesar 60% untuk ruang kelas lantai satu dan dua serta 40% pada lantai tiga. Penurunan plafon hanya dilakukan pada ruang kelas di lantai 3. Penurunan plafon sebesar 30 cm di area sisi barat laut dan tenggara dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami sebesar 60% dari kondisi eksisting.

Daftar Pustaka

- Avesta, Riantiza., dkk. 2017. Strategi Desain Bukaan terhadap Pencahayaan Alami untuk Menunjang Konsep Bangunan Hemat Energi pada Rusunawa Jatinegara Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau* ISSN 2550-1070 Volume 1 No.2 Juli 2017.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6197-2000 Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung*. Jakarta :BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2396-2001 Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung*. Jakarta :BSN
- Baharuddin., Ishak, Muh, Taufik. 2011. Pengaruh Bukaan Jendela terhadap Penetrasi Cahaya Alami dan Radiasi Matahari dalam Ruangan. *Jurnal Group Teknik Arsitektur* ISBN: 878-879-127255-0-7 Volume 5 Desember 2011.

- De Luca, Francesco. 2015. *Horizontal or Vertikal? Windows Layout Selection For Shading Devices Optimization*. Management of Enviromental Quality: An International Journal, Volume 27 Issue 6. <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/MEQ-05-2015-0102>. (diakses Juni 2017)
- Karyono, Tri Harso, Prof, Ph.D. 2016. *Arsitektur Tropis, Bentuk, teknologi, Kenyamanan, dan Penggunaan Energi*. Jakarta: Erlangga
- Loisos, George. 2000. *Daylighting in Schools: An Investigation Into The Relationship Bertwaan Daylighting and Human Performance*. California : Pasific Gas and Electric Company.