

Strategi Desain Pencahayaan Alami dan Buatan pada Alih Fungsi Gedung Astaka Kota Batam menjadi Museum

Wayu L Syuhaya¹, Herry Santosa², Wasiska Iyati²

¹Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Alamat Email penulis: wayusyuhaya@gmail.com

ABSTRAK

Gedung Astaka Kota Batam merupakan alih fungsi bangunan dari tempat diselenggarakannya MTQ Nasional XXV menjadi sebuah museum sejarah Melayu. Kegiatan MTQ yang selesai diselenggarakan pada tahun 2014 menggunakan 7 ruang eksisting Gedung Astaka namun pada rencana alih fungsi museum terdapat 14 ruang pameran. Permasalahan Gedung Astaka ini adalah strategi desain untuk 14 rencana ruang pameran dalam aspek sistem pencahayaan alami dan buatan sehingga tiap ruang dapat mencapai standar tingkat pencahayaan ruang pameran. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan menggunakan *software* DIALux 4.12 untuk mensimulasikan strategi desain tiap ruang. Pada ruang eksisting dilakukan pengukuran langsung terhadap tingkat pencahayaan ruang untuk mengetahui kondisi eksisting Gedung Astaka sebelum dijadikan alih fungsi museum. Strategi desain yang dilakukan adalah dengan mengoptimalkan bukaan pencahayaan alami, menambah pembayang matahari internal (*light shelves*), dan memodifikasi sistem pencahayaan buatan. Rekomendasi desain diambil dari strategi terbaik dari strategi desain yang telah dilakukan dan sesuai dengan standar tingkat pencahayaan ruang pameran pada SNI 6197:2011. Dengan lebar bukaan pencahayaan alami 0,50 dan 1,00 m, lebar *light shelves* 0,50 dan 0,75 m, serta menggunakan jenis lampu TC-TEL 42W, Spotone 20W, dan 18 W ruang pameran pada rencana alih fungsi Gedung Astaka dapat mencapai standar tingkat pencahayaan ruang dengan tingkat pencahayaan 300 – 500 lux.

Kata kunci: sistem pencahayaan alami, sistem pencahayaan buatan, ruang pameran

ABSTRACT

*Gedung Astaka Kota Batam is a building conversion from the venue of the National MTQ XXV into a Malay history museum. National MTQ XXV completed organized in 2014 with 7 existing functional rooms but according to the plan of building conversion there will be 14 rooms with galleries included. Problem at the Gedung Astaka is a design strategy for the 14 plan galleries in aspects of daylighting and artificial lighting systems for each room to reach standard lighting level. The method used in this study is simulation research using DIALux 4.12 to simulates design strategy for each room. Direct measurement of daylight level is to find out the condition of the existing Gedung Astaka before being made over into museum. The design strategies is done with optimizing daylighting openings, adding internal sun shading (*light shelves*), and modifying the artificial lighting system. Design recommendations drawn from the best of the design strategy that has been done and in accordance with the standard lighting level of gallery in SNI 6197: 2011. Using width 0.50 and 1.00 m of window, width 0.50 and 0.75 m of *light shelves*, and using lamp type TC-TEL 42W, Spotone 20W and 18 W, galleries in the Gedung Astaka building conversion's plan can reach the standard lighting level on range 300-500 lux.*

Keywords: daylighting, artificial lighting, galleries

1. Pendahuluan

Pada tahun 2014 setelah selesai diselenggarakannya MTQ Nasional XXV di Kota Batam, Gedung Astaka Kota Batam dihibahkan untuk dijadikan sebuah museum sejarah Melayu. Kondisi Eksisting Gedung Astaka memiliki bukaan pencahayaan alami dengan dimensi 0,85 x 2,80 m yang terdapat di sekeliling bangunandengan material kaca adalah kaca *rayban*. Setelah dilakukan analisis terhadap rencana alih fungsi Gedung Astaka dan pengukuran langsung tingkat pencahayaan ruang didapatkan bahwa ruangan pada Gedung Astaka belum mencapai standar tingkat pencahayaan ruang pameran. Fokus penelitian ini adalah integrasi antara sistem pencahayaan alami dan buatan yang sesuai untuk rencana ruang pameran Gedung Astaka Kota Batam. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan mengetahui kinerja eksisting selubung bangunan dan mendapatkan strategi desain dalam aspek sistem pencahayaan alami dan buatan.

Pembayang matahari eksternal Gedung Astaka dapat menaungi dinding terluar dari sinar matahari langsung berdasarkan evaluasi *sunpath diagram*, sehingga diperlukan modifikasi pada pembayang matahari internal untuk memaksimalkan pencahayaan alami ruang. Untuk cuaca yang terik pembayang matahari internal yang digunakan adalah *venetian blind* dan *light shelves*(Lechner, 2015). Untuk kebutuhan ruang pameran memerlukan sistem pencahayaan buatan yang dominan digunakan adalah *spot lamps*. *Spot lamps* digunakan untuk menekankan fokus pada objek pameran yang disesuaikan dengan sudut/angle terbaik masing-masing objek (FGL, 2007). Standar tingkat pencahayaan ruang pameran yang digunakan adalah SNI 6197:2011 mengenai Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan hasil yang didapatkan untuk mencapai standar tingkat pencahayaan ruang pameran Gedung Astaka dengan mengganti sistem pencahayaan alami tiap ruang, menambah *light shelves*, mengganti *general lighting*, dan menambah *spot lamps*.

2. Metode

Metode yang digunakan adalah dengan metode eksperimental menggunakan *software* DIALux 4.12 untuk mensimulasikan strategi desain. Dilakukan pengukuran langsung tingkat pencahayaan alami pada 7 ruang untuk mengetahui kondisi pencahayaan eksisting Gedung Astaka. Pengukuran dilakukan pada tanggal 9 April 2016 pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB. Terdapat 3 variabel bebas pada penelitian ini yakni bukaan pencahayaan alami, pembayang matahari internal (*light shelves*), dan sistem pencahayaan buatan. Ketiga variabel bebas ini yang akan dicoba dengan berbagai strategi desain menggunakan simulasi digital dengan variabel terikatnya adalah tingkat pencahayaan dalam ruang (lux) menggunakan perhitungan *calculation surfaces* di ketinggian 0,75 m. Untuk mengetahui pembayang matahari dan bukaan yang tepat sesuai dengan sudut orientasi masing-masing sisi bangunan maka dilakukan analisis sudut pembayang matahari menggunakan *sunpath diagram* yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1. SBH dan SBV Gedung Astaka

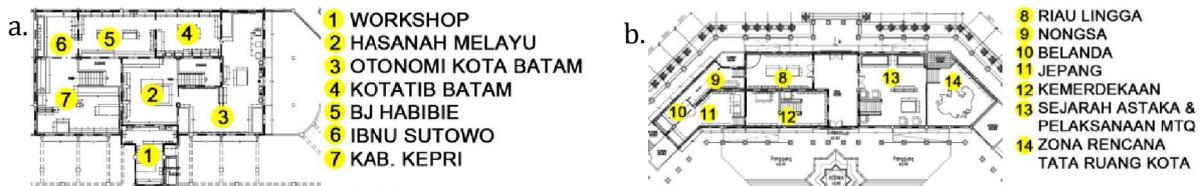
Orientasi	SBH			SBV		
	22 Maret	22 Juni	22 Desember	22 Maret	22 Juni	22 Desember
315° Barat Laut	45°	15°	76°	56°	42°	76°
10° Utara	80°	48°	-	80°	52°	-
135° Tenggara	46°	76°	14°	56°	74°	40°
260° Barat	10°	40°	22°	45°	52°	42°

Kondisi eksisting Gedung Astaka terdiri dari 7 ruang fungsional yang digunakan selama acara MTQ Nasional XXV. Tujuh ruang Gedung Astaka yang dapat diteliti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Ruang Qari; (b) Ruang Ketua Majelis; (c) Ruang Rapat; (d) Koridor; (e) Ruang Panitia; (f) Ruang Qariah; (g) Ruang Basemen

Sedangkan rencana alih fungsi Gedung Astaka terdapat 14 ruang fungsional yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Denah Rencana Lantai Atas; (b) Denah Rencana Lantai Basemen

Analisis disajikan secara deskriptif dan gambar dokumentasi serta analisis visual. Selanjutnya dari hasil analisis data tersebut disintesis untuk mendapatkan hasil evaluasi yang lebih akurat. Metode sintesis data dibantu dengan *software* simulasi digital yakni *software* DIALux 4.12. Rekomendasi desain dalam penelitian ini berfungsi sebagai *problem solving* terhadap permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Rekomendasi desain dilakukan berdasarkan potensi kondisi eksisting, variabel penelitian, dan kebutuhan fungsi bangunan yang baru sehingga didapatkan strategi desain ruang pamer yang sesuai dengan standar pencahayaan SNI.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Evaluasi Kondisi Eksisting Sistem Pencahayaan Alami Gedung Astaka

Gedung Astaka memiliki bukaan pencahayaan alami dengan penerapan *side lighting* dalam memasukkan pencahayaan alami ke dalam bangunan. Untuk bukaan pencahayaan alami terdiri dari dua tipe jendela yakni *awning* di sekeliling selubung bangunan lantai atas dengan material kaca *rayban* dan jendela mati di beberapa antar ruangan lantai atas dengan material kaca bening. Dimensi jendela *awning* yang terdapat di sekeliling selubung bangunan Gedung Astaka adalah 0,85 x 2,80 m dan dimensi jendela mati yang terdapat di antar ruangan lantai atas adalah 0,74 x 1,00 m.

Setelah dilakukan analisis di tiga waktu (Maret, Juni, dan Desember) menggunakan *sunpath diagram*, pembayang matahari eksternal Gedung Astaka dengan

lebar 3,00 m dapat menaungi dinding terluar bangunan dengan posisi bukaan pencahayaan alami di atas dari sinar matahari langsung. Pengukuran langsung tingkat pencahayaan alami tiap ruangan yang dilakukan pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB pada 7 ruang dengan titik ukur berdasarkan SNI 03-2396-2001 di ketinggian 0,75 m, Titik Ukur Samping (TUS) 0,50 m dari dinding bukaan, dan jarak maksimal antar titik 2,00 m. Setelah melakukan pengukuran langsung didapatkan bahwa:

1. Sebagian besar tingkat pencahayaan alami eksisting Gedung Astaka belum mencapai standar tingkat pencahayaan ruang. Titik ukur yang dihasilkan sangat rendah yakni 34 – 100 lux disebabkan oleh letak bukaan pencahayaan alami yang hanya pada satu sisi dinding dengan orientasi menghadap ke Barat Laut dan Tenggara.
2. Tingkat pencahayaan alami yang tidak dapat mencapai 300 lux disebabkan oleh kurangnya jumlah bukaan pencahayaan alami terlebih pada ruang basemen yang hanya terdapat bukaan berupa 2 buah pintu berukuran 1,70 m x 2,00 m dan tanpa bukaan jendela. Material kaca atermal kaca *rayban* dengan tingkat transparansi 30 – 50% terlalu banyak menghalangi cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.
3. Kinerja bukaan pencahayaan alami dalam memasukkan cahaya alami pada tiap ruang Gedung Astaka kurang baik dengan masih didapatkan beberapa ruangan yang memiliki tingkat pencahayaan alami cukup rendah yakni di bawah 50 lux.

3.2. Validasi Data Pengukuran Lapangan dan Simulasi Digital

Hal ini dilakukan untuk mengetahui hasil simulasi menggunakan *software* DIALux 4.12 adalah valid dan hasil yang didapatkan nantinya tidak berbeda jauh dengan pengukuran lapangan. Validasi data adalah dengan mencari perbedaan hasil simulasi digital dan hasil pengukuran lapangan (*relative error* (%)), semakin kecil persentase *relative error* yang dihasilkan maka semakin kecil perbedaan hasil simulasi digital dan pengukuran lapangan.

Tabel 2. Validasi Data Pengukuran Lapangan dan Digital

Titik Ukur	Tingkat Pencahayaan Alami (lux)					
	09.00 WIB		12.00 WIB		15.00 WIB	
	P. Lapangan	Digital	P. Lapangan	Digital	P. Lapangan	Digital
T1	180	181	104	116	175	168
T2	245	249	185	210	191	212
T3	230	248	145	150	130	140
T4	420	430	415	469	550	469
Relative Error	2,91%		9,25%		9,57%	
	7,24%					

Setelah dilakukan simulasi dan perhitungan maka didapatkan tingkat *relative error* sebesar 7,24%.

3.3. Evaluasi Kondisi Eksisting Sistem Pencahayaan Buatan Gedung Astaka

Sistem pencahayaan buatan pada Gedung Astaka menggunakan lampu dengan jenis lampu TL yang berbentuk spiral T2 20W dan linier TL-D 36W. Sistem pencahayaan buatan pada ruangan Gedung Astaka berperan sebagai *general lighting*, tidak ada penambahan sistem pencahayaan buatan lainnya. Untuk mengetahui tingkat pencahayaan buatan di tiap ruang maka dilakukan evaluasi dengan asumsi seluruh lampu dapat dinyalakan. Perhitungan sederhana untuk mengetahui tingkat pencahayaan buatan yang dihasilkan adalah dengan membagi total lumen lampu dengan

luas ruangan. Setelah melakukan evaluasi sistem pencahayaan buatan di tiap ruang eksisting Gedung Astaka maka didapatkan tingkat pencahayaan buatan bangunan ini adalah 155 – 200 lux dan 2 ruangan yang memiliki tingkat pencahayaan 316 lux. Namun sebagian besar tingkat pencahayaan buatan Gedung Astaka masih belum sesuai dengan standar ruang pameran yakni 300 – 500 lux jika hanya menggunakan sistem pencahayaan buatan dalam ruangan.

3.4. Strategi Desain 1: Modifikasi Bukaannya Pencahayaan Alami

Pada strategi ini yang dilakukan adalah dengan merubah dan mencoba bukaannya pencahayaan alami yang baru menyesuaikan dengan rencana alih fungsi bangunan. Berdasarkan analisis rencana alih fungsi terdapat display objek pameran yang terletak di dinding tiap ruangan sehingga jendela eksisting tidak memungkinkan untuk tetap digunakan. Display objek pameran pada lantai atas membutuhkan area dengan ketinggian mencapai 3,90 m. Lantai atas memiliki ketinggian plafon hingga 4,90 m sehingga area yang dapat digunakan untuk meletakkan bukaannya pencahayaan alami adalah dengan lebar maksimal 1,00 m. Ketinggian plafon pada lantai basement hanya 2,90 m dengan area display objek pameran berdasarkan rencana alih fungsi adalah 2,30 m, sehingga area yang dapat digunakan untuk meletakkan bukaannya pencahayaan alami adalah dengan lebar maksimal 0,60 m. Ruang yang disimulasikan berjumlah 14 rencana ruang pameran yang akan ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Strategi Desain 1

Nama Ruang	Luas (m ²)	Bukaan Pencahayaan Alami	Sistem Pencahayaan Buatan		Tingkat Pencahayaan (lux)		
			General Lighting	Spot Lamps	Mar	Jun	Des
Zona Rencana Detail Tata Ruang Kota	60,75	1,00 x 2,50 m (2) 1,00 x 3,50 m (2)	TL spiral T2 20W (16)	Downlight Spotone 25W (16)	347	350	351
Ruang Pameran Nongsa, Belanda, dan Jepang	80,75	1,00 x 3,50 m (4) 1,00 x 2,50 m (2)	TL spiral T2 20W (20)	Downlight Spotone 25W (38)	394	396	396
Ruang Riau Lingga	45	1,00 x 4,20 m (2) 1,00 x 4,70 m (1)	TL-D 36W (3)	Downlight Spotone 25W (12)	380	414	354
Ruang Kemerdekaan	45	1,00 x 4,00 m (2) 1,00 x 1,80 m (1) 1,00 x 4,50 m (1)	TL-D 36W (3)	Downlight Spotone 25W (12)	389	425	369
Ruang Sejarah Astaka dan Pelaksanaan MTQ	90	1,00 x 4,30 m (4) 1,00 x 4,60 m (1) 1,00 x 2,00 m (2)	TL spiral T2 20W (13)	Downlight Spotone 25W (21)	395	374	462
Hall	60	1,00 x 5,70 m (1) 1,00 x 3,70 m (1) 1,00 x 4,30 m (4) 1,00 x 4,60 m (1) 1,00 x 2,00 m (2) 1,00 x 4,00 m (2) 1,00 x 1,80 m (1) 1,00 x 4,50 m (1) 0,50 x 4,20 m (2) 0,50 x 4,70 m (1)	TL spiral T2 20W (7)	-	974	907	894
Ruang Hasannah Melayu dan Workshop	42	0,50 x 2,60 m (3) 0,50 x 0,90 m (2)	TL spiral T2 20W (2) TL-D 36W (2)	Downlight Spotone 25W (4)	407	401,5	416
Ruang Otonomi Kota Batam	81	0,50 x 2,70 m (2) 0,50 x 4,70 m (2) 0,50 x 4,20 m (1) 0,50 x 3,40 m (1)	TC-TEL 42W (9)	Downlight Spotone 25W (17)	365	370	367
Ruang Kotatib dan BJ Habibie	75	0,50 x 4,20 m (3) 0,50 x 5,50 m (1)	TC-TEL 42W (12)	Downlight Spotone 25W (16)	356	358	357
Ruang Ibnu Sutowo dan Kabupaten Kepri	83,25	0,50 x 4,5 m (3) 0,50 x 3,00 m (3)	TC-TEL 42W (10)	Downlight Spotone 25W (15)	354	370	355

Berdasarkan simulasi strategi 1 didapatkan bahwa tingkat pencahayaan ruang hanya dengan menggunakan bukaan pencahayaan alami belum dapat mencapai standar tingkat pencahayaan ruang pameran yakni 300 – 500 lux sehingga dibutuhkan bantuan sistem pencahayaan buatan. Pada ruang Hall tingkat pencahayaan ruang melebihi standar yakni 350 lux jika dengan mengoptimalkan bukaan pencahayaan alami.

3.5. Strategi Desain 2: Modifikasi Bukaan Pencahayaan Alami, Pembayang Matahari Internal (*light shelves*), dan Sistem Pencahayaan Buatan

Pada strategi ini modifikasi bukaan pencahayaan alami tetap menggunakan bukaan pencahayaan alami pada strategi 1, penambahan *light shelves* untuk meneruskan cahaya alami yang diterima ke dalam ruang, modifikasi sistem pencahayaan buatan dilakukan dengan merubah sistem pencahayaan buatan eksisting yang lebih disesuaikan dengan rencana alih fungsi museum. Pemilihan jenis lampu berdasarkan standar, untuk fungsi ruang pameran sebaiknya menggunakan temperatur warna cahaya lampu kelompok 2 yakni *warm white* 3300 – 5300 kelvin. Daya lampu yang dipilih di bawah 60W dengan jarak antar lampu *general lighting* 1,50 – 2,50 m dan *spot lamps* 1,20 – 1,50 m.

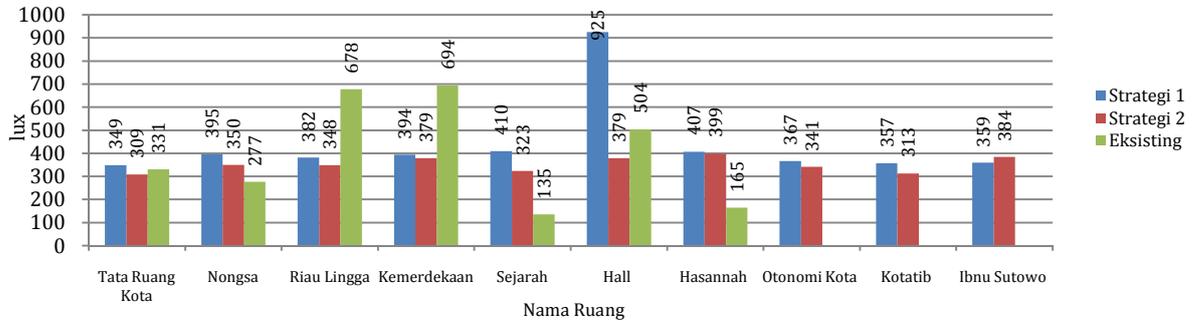
Tabel 4. Hasil Strategi Desain 2

Nama Ruang	Luas (m ²)	<i>Light shelves</i>	Sistem Pencahayaan Buatan		Tingkat Pencahayaan (lux)		
			<i>General Lighting</i>	<i>Spot Lamps</i>	Mar	Jun	Des
Zona Rencana Detail Tata Ruang Kota	60,75	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 4,90 dan 3,00 m	TC-TEL 42W (13)	<i>Downlight</i> Spotone 20W (9) <i>Downlight</i> Spotone 18W (16)	307	310	311
Ruang Pameran Nongsa, Belanda, dan Jepang	80,75	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 4,90 dan 3,00 m	TC-TEL 42W (10)	<i>Downlight</i> Spotone 20W (9) <i>Downlight</i> Spotone 18W (29)	349	350	351
Ruang Riau Lingga	45	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 3,90 m	-	<i>Downlight</i> Spotone 18W (14)	345	380	319
Ruang Kemerdekaan	45	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 3,90 m	-	<i>Downlight</i> Spotone 18W (18)	378	407	354
Ruang Sejarah Astaka dan Pelaksanaan MTQ	90	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 3,90 m	TC-TEL 42W (6)	<i>Downlight</i> Spotone 18W (21)	311	303	357
Hall	60	Lebar: 0,50 m Ketinggian: 3,90 m	TL spiral T2 10,5W (2)	-	400	371	366
Ruang Hasannah Melayu dan Workshop	42	Lebar: 0,75 dan 0,50 m Ketinggian: 2,40 m	TC-TEL 42W (8)	<i>Downlight</i> Spotone 18W (14)	399,5	420,5	394,5
Ruang Otonomi Kota Batam	81	Lebar: 0,75 dan 0,50 m Ketinggian: 2,40 m	TC-TEL 42W (9)	<i>Downlight</i> Spotone 18W (18)	339	345	341
Ruang Kotatib dan BJ Habibie	75	Lebar: 0,75 dan 0,50 m Ketinggian: 2,40 m	TC-TEL 42W (12)	<i>Downlight</i> Spotone 18W (18)	312	314	313
Ruang Ibnu Sutowo dan Kabupaten Kepri	83,25	Lebar: 0,75 dan 0,50 m Ketinggian: 2,40 m	TC-TEL 42W (10)	<i>Downlight</i> Spotone 18W (15)	382	402	368

Berdasarkan simulasi strategi 2 didapatkan bahwa tiap ruang telah dapat mencapai standar tingkat pencahayaan ruang dengan adanya integrasi antara sistem pencahayaan alami dan buatan dengan standar untuk ruang pameran 300 – 500 lux dan Hall 350 lux.

3.6. Hasil Perbandingan Strategi Desain dan Kondisi Eksisting

Dari kedua strategi yang telah dilakukan maka dipilih strategi yang lebih baik, yaitu Strategi 2. Beragam strategi desain telah dilakukan sebelum mendapatkan tahapan strategi 1 dan 2. Dari beragam strategi tersebut dijadikan dua pembahasan besar yang dikelompokkan menjadi strategi 1 dan 2.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Strategi 1, Strategi 2, dan Kondisi Eksisting

Berdasarkan perbandingan hasil strategi yang telah dilakukan dan grafik perbandingan maka strategi 2 dipilih sebagai rekomendasi desain dengan visualisasi desain tiap ruangan alih fungsi Gedung Astaka ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5. (a) Rekomendasi Lantai Atas; (b) Rekomendasi Lantai Basemen

a.	Eksisting		Rekomendasi		b.	Eksisting		Rekomendasi	
	(A) Zona Rencana Detail Tata Ruang Kota					(F) Ruang Pamer Nongsa, Belanda, dan Jepang			
	(B) Ruang Sejarah Astaka dan Pelaksanaan MTQ					(G) Ruang Hasannah Melayu dan Workshop			
	(C) Hall					(H) Ruang Otonomi Kota Batam			
	(D) Ruang Riau Lingga					(I) Ruang Kotatib dan BJ Habibie			
	(E) Ruang Kemerdekaan					(J) Ruang Ibnu Sutowo dan Kabupaten Kepri			

4. Kesimpulan

Berdasarkan evaluasi eksisting hingga tahap simulasi rencana ruang pameran dalam alih fungsi museum Gedung Astaka Kota Batam didapatkan hasil bahwa kinerja selubung bangunan ini belum sepenuhnya sesuai jika untuk dijadikan ruang pameran museum. Pembayang matahari eksternal yang terdapat di sekeliling bangunan dengan lebar 3,00 m dari dinding terluar setelah dilakukan evaluasi dengan *sunpath diagram* telah mampu menaungi ruangan terluar bangunan selama satu tahun. Ruangan pada rencana alih fungsi Gedung Astaka untuk mencapai standar tingkat pencahayaan ruang tidak dapat hanya menggunakan sistem pencahayaan alami saja namun harus dibantu dengan sistem pencahayaan buatan. Bukaannya pencahayaan alami kondisi eksisting harus diubah dan dioptimalkan dengan lebar 0,50 dan 1,00 m posisi bukaan *side lighting*. Material kaca juga diubah menjadi kaca bening agar cahaya matahari yang masuk dapat maksimal dibandingkan dengan jendela eksisting. Penambahan *light shelves* dengan lebar 0,50 dan 0,75 m di bawah bukaan pencahayaan alami untuk meneruskan cahaya matahari. Sistem pencahayaan buatan eksisting diubah dengan menggunakan lampu TC-TEL 42W untuk *general lighting* serta *downlight Spotone* 20W dan 18W untuk *spot lamps* dengan temperatur warna cahaya lampu *warm white*. Dengan dilakukannya strategi ini maka didapatkan tingkat pencahayaan ruang alih fungsi Gedung Astaka mencapai standar yakni 300 – 500 lux untuk ruang pameran dan 350 lux untuk Hall.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI-6197: 2011: Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta.
- Dinas Pariwisata & Kebudayaan Kota Batam. 2015. Rencana & Konsep Museum Sejarah Kota Batam – Kepulauan Riau. *Proposal tidak dipublikasikan*.
- Fördergemeinschaft Gutes Licht. 2007. *Good Lighting for Museums, Galleries, and Exhibitions*. Germany: Fördergemeinschaft Gutes Licht.
- Groat, Linda & Wang, David. 2002. *Architectural Research Methods*. New Jersey: Wiley.
- Karlen, M & Benya, J.R. 2007. *Dasar-dasar Desain Pencahayaan*. Jakarta: Erlangga.
- Lechner, N. 2015. *Heating, Cooling, Lighting Fourth Edition*. New Jersey: Wiley.
- Neufert, E. 2002. *Data Arsitek*. Jakarta: Erlangga.
- Sukawi & Agung D. 2013. Kajian Optimasi Pencahayaan Alami pada Ruang Perkuliahan, Studi Kasus Ruang Kuliah Jurusan Arsitektur FT-UNDIP. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*. Vol 2 (1): 2 & 7.
- Sylvania, H. 2015. *Lighting for Museums and Galleries*. Newhaven: Havells Sylvania Ltd.
- Zumtobel. 2010. *Light for Art and Culture*. United Kingdom: Zumtobel Lighting GmbH.