

Bukaan Pencahayaan Alami pada Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi Kota Surakarta untuk Mengurangi Pencahayaan Buatan

Viola Adani Setyowijaya¹ dan Andika Citraningrum²

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

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: violaadanis@gmail.com

ABSTRAK

Terminal Tirtonadi merupakan salah satu terminal bus percontohan yang sudah melakukan peningkatan kualitas fasilitas terminal. Peningkatan fasilitas tersebut menyebabkan meningkatnya penggunaan energi listrik akibat penggunaan pendingin ruangan dan pencahayaan buatan. Penelitian ini diharapkan dapat menyumbang ide untuk mengurangi penggunaan pencahayaan buatan melalui desain pasif pencahayaan alami pada bangunan Terminal Tirtonadi. Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif melalui pendekatan eksperimental menggunakan simulasi DiaLux. Hasil dari penelitian berupa rekomendasi bukaan pencahayaan alami yang optimal pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi meliputi jenis bukaan, penempatan, dan luas bukaan. Pada ruang tunggu timur dan barat diberikan dua rekomendasi bukaan yaitu: 1) memaksimalkan bukaan pencahayaan samping pada bagian ruangan yang memungkinkan adanya penambahan pencahayaan samping dan 2) penambahan bukaan pencahayaan atas berupa *sky light* karena orientasi bangunan tidak memungkinkan untuk memperoleh pencahayaan optimal hanya melalui pencahayaan samping. Hasil simulasi rekomendasi desain pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi menunjukkan penghematan energi dari pencahayaan buatan sekitar 30% setiap harinya.

Kata kunci: pencahayaan alami, ruang tunggu, terminal bus, penggunaan energi

ABSTRACT

Tirtonadi Bus Station is one of exemplary bus station that has been upgrading the quality of its facilities. Facility upgrading caused the increasing of energy using from air conditioners and artificial lightings. This research is expected to contribute the idea to reduce the use of artificial lighting through passive design of natural lighting in Tirtonadi Bus Station. Data processing is done by quantitative descriptive method with experimental approach using simulation with DiaLux. The results of research are design recommendations of optimal natural lighting in waiting rooms of Tirtonadi Bus Station include type, placing, and area of openings. In each waiting room, two types of openings are recommended, the first is to maximize the side lighting openings on the part of the room that allows the addition of side lighting. While the second is the addition of top lighting in the form of sky light due to building orientation that doesn't allow to obtain optimal natural lighting through side lighting only. The simulation result used as final result for natural lighting design recommendation in waiting rooms of Tirtonadi Bus Station can save the use of artificial lighting about 30% each day.

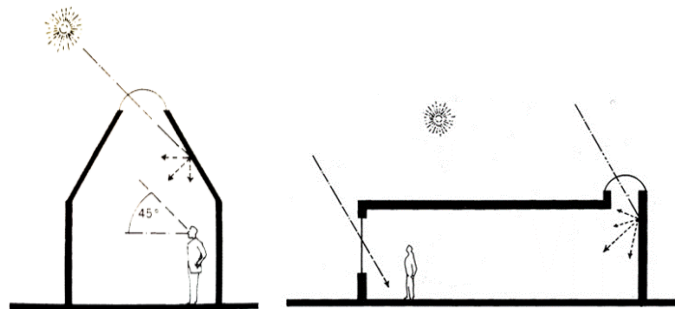
Keywords: natural lighting, waiting room, bus station, energy using

1. Pendahuluan

Meningkatnya kegiatan bepergian manusia mengakibatkan meningkatnya jumlah kendaraan salah satunya kendaraan umum jenis bus, kendaraan tersebut memiliki karakteristik yaitu mampu menampung kapasitas penumpang yang cukup besar. Karakteristik tersebut kemudian menyebabkan sarana prasarana dari kendaraan jenis bus perlu diperhatikan, salah satunya terminal bus. Terminal bus di Indonesia kini telah mengalami beberapa peningkatan kualitas seperti yang terjadi pada Terminal Tirtonadi di kota Surakarta. Terminal yang dulunya merupakan “kandang copet” kini sudah memiliki fasilitas yang lebih baik, seperti digunakannya pendingin ruangan dan penerangan berupa lampu yang beroperasi selama 24 jam. Namun dengan adanya peningkatan fasilitas tersebut, muncul dampak negatif berupa penggunaan energi listrik pada bangunan yang meningkat hingga 15 kali lipat, seperti dikutip pada artikel yang ditulis dalam media berita berbasis internet (www.suaramerdeka.com, 2013).

Menanggapi hal tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai pencahayaan alami pada bangunan Terminal Tirtonadi tepatnya pada ruang tunggu terminal yangmana nantinya dapat menyumbangkan ide untuk mengurangi penggunaan pencahayaan buatan yang pada kondisi saat ini menyala walaupun pada siang hari sehingga penggunaan energi listrik pada bangunan meningkat. Pada negara dengan kelimpahan sinar matahari seperti Indonesia, pencahayaan alami yang tepat pada bangunan sangat memungkinkan untuk mengurangi penggunaan energi listrik pada bangunan tersebut, terutama pada siang hari (Mediastika, 2013). Pemilihan objek studi ruang tunggu terminal dikarenakan ruang tunggu merupakan ruang yang memiliki peran paling penting dalam aktifitas di terminal khususnya aktifitas yang dilakukan oleh para calon penumpang.

Pencahayaan alami dibagi menjadi dua yaitu pencahayaan samping (*side lighting*) dan pencahayaan atas (*top lighting*). Pencahayaan atas memiliki kelebihan dibandingkan dengan pencahayaan samping dikarenakan pencahayaan samping sangat bergantung pada orientasi bangunan, salah satu kelebihan pencahayaan atas adalah memiliki jangkauan masuk cahaya yang lebih dalam sehingga lebih fleksibel. Namun pencahayaan atas yang kurang tepat dapat menyebabkan silau sehingga perlu adanya strategi dalam penggunaan pencahayaan atas antara lain yaitu menempatkan bukaan pencahayaan atas pada tempat yang tinggi atau menempatkannya dekat dengan dinding (Lechner, 2007).



Gambar 1. *Sky light* pada tempat yang tinggi (kiri) dan *sky light* dekat dengan dinding (kanan)
(Sumber: Lechner, 2007)

Silau terjadi apabila kecerahan dari suatu bagian dari interior jauh melebihi kecerahan dari interior tersebut pada umumnya. Silau biasanya berhubungan dengan luminasi, yaitu suatu ukuran terangnya suatu benda baik pada sumber cahaya maupun pada suatu permukaan, nilai luminasi yang terlalu besar akan menyilaukan pandangan (mata). Angka yang menunjukkan tingkat kesilauan dari suatu sistem pencahayaan disebut indeks kesilauan, dimana semakin besar nilainya maka semakin tinggi nilai pengaruh penyilauannya. Nilai indeks silau dapat dihitung dengan UGR (*Unified Glare Rating*) melalui simulasi DiaLux dengan ketinggian 120 cm dari lantai (tinggi mata manusia saat duduk) disesuaikan dengan fungsi ruang tunggu yaitu 19 menurut nilai indeks silau pada SNI 03-6575-2001. Sedangkan untuk standar nilai intensitas cahaya pada ruang tunggu adalah minimal 100 lux (SNI 03-6197-2000), standar ini digunakan pada penelitian dikarenakan standar untuk pencahayaan pada terminal bus atau ruang tunggu terminal bus belum diatur dalam suatu peraturan tertentu.

Kenyamanan visual dari sistem pencahayaan selain ditentukan oleh nilai indeks silau pada ruangan juga ditentukan oleh pemerataan distribusi cahaya pada ruang yang dapat dihitung melalui nilai *uniformity* yang diperoleh dari nilai DF (*daylight factor*) nilai DF tersebut juga dapat diperoleh melalui simulasi dengan DiaLux, pencahayaan pada suatu ruang dapat dikategorikan merata apabila memenuhi nilai U (*Uniformity*) seperti berikut (BREEAM dalam *Daylight Calculations in Practice*):

- a. Nilai DF_{min}/DF_{mean} = minimum 0,4 atau
- b. Nilai DF_{min}/DF_{max} = minimum 0,08

Dikarenakan standar pencahayaan pada ruang tunggu terminal bus yang belum diatur dalam peraturan tertentu, penggunaan pencahayaan ruang tunggu terminal bus saat ini dapat disesuaikan dengan kegiatan menunggu di dalamnya. Pencahayaan yang baik dapat mempermudah calon penumpang untuk mengetahui datangnya bus yang akan mereka naiki serta mempermudah calon penumpang untuk mengawasi barang bawaan mereka.

2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Metode kuantitatif eksperimental menggunakan simulasi DiaLux dengan membuat model objek studi lengkap dengan orientasi bangunan dan posisi bukaan pencahayaannya. Untuk menggunakan simulasi DiaLux perlu dilakukan simulasi untuk validasi dengan hasil *relative error* <20% yaitu membandingkan hasil pengukuran di lapangan dengan simulasi pada kondisi yang sama saat pengukuran di lapangan.

2.1 Pengukuran dengan Lux Meter

Pengukuran di lapangan dilakukan menggunakan lux meter dengan waktu pengukuran pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, dan 14.00 waktu setempat pada tanggal 10 April 2017 untuk ruang tunggu timur dan 11 April 2017 untuk ruang tunggu barat. Titik ukur yang digunakan adalah titik lampu pada ruangan dengan ketinggian 75 cm dari lantai. Kondisi pada saat pengukuran di lapangan adalah dengan beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati dikarenakan ruangan akan gelap apabila tidak menggunakan lampu dan lampu tidak memungkinkan untuk dimatikan pada saat pengukuran berlangsung.

2.2 Simulasi dengan DiaLux

Setelah diperoleh nilai *relative error* <20% maka simulasi dengan DiaLux dapat digunakan untuk pengolahan data berupa simulasi dengan kondisi tanpa lampu, simulasi dengan kondisi seluruh lampu menyala, dan simulasi dengan kondisi merubah variabel bebas berupa bukaan pencahayaan alami pada kedua ruang tunggu yang nantinya dilanjutkan dengan simulasi menghitung indeks silau dan simulasi mengenai pemerataan distribusi cahaya pada ruangan. Simulasi menghitung indeks silau dan pemerataan cahaya dilakukan pada model objek studi yang sudah diubah variabel bebasnya yaitu bukaan pencahayaan alami (hasil akhir yang memenuhi nilai minimal intensitas cahaya pada ruang tunggu yaitu minimal 100 lux), sehingga yang berperan sebagai variabel terikat adalah intensitas cahaya yang masuk ke ruang tunggu, indeks silau pada ruang tunggu, dan pemerataan distribusi cahaya pada ruang tunggu.

Semua angka harus diiringi dengan nomor dalam teks (misalnya Gambar 1) dan diikuti keterangan. Keterangan harus cukup lengkap untuk memungkinkan pemahaman ilustrasi tanpa mengacu ke teks. Huruf dari judul untuk table dan gambar menggunakan font Cambria 11. Selain itu, sumber gambar sendiri harus ditempatkan langsung di bawah gambar (penulis, tanggal) dengan font Cambria 9. Gunakan garis tunggal kosong sebelum dan sesudah gambar.

3. Hasil dan Pembahasan

Objek studi berlokasi di kota Surakarta dengan orientasi bangunan 20° dari arah utara ke timur laut. Posisi ruang tunggu berada pada sisi timur dan barat bangunan. Bangunan dikelilingi oleh jalan, bangunan-bangunan di sekitar Terminal Tirtonadi merupakan pemukiman dengan ketinggian 1-3 lantai sekitar 3-9 m sehingga tidak terjadi pembayangan terhadap objek studi.

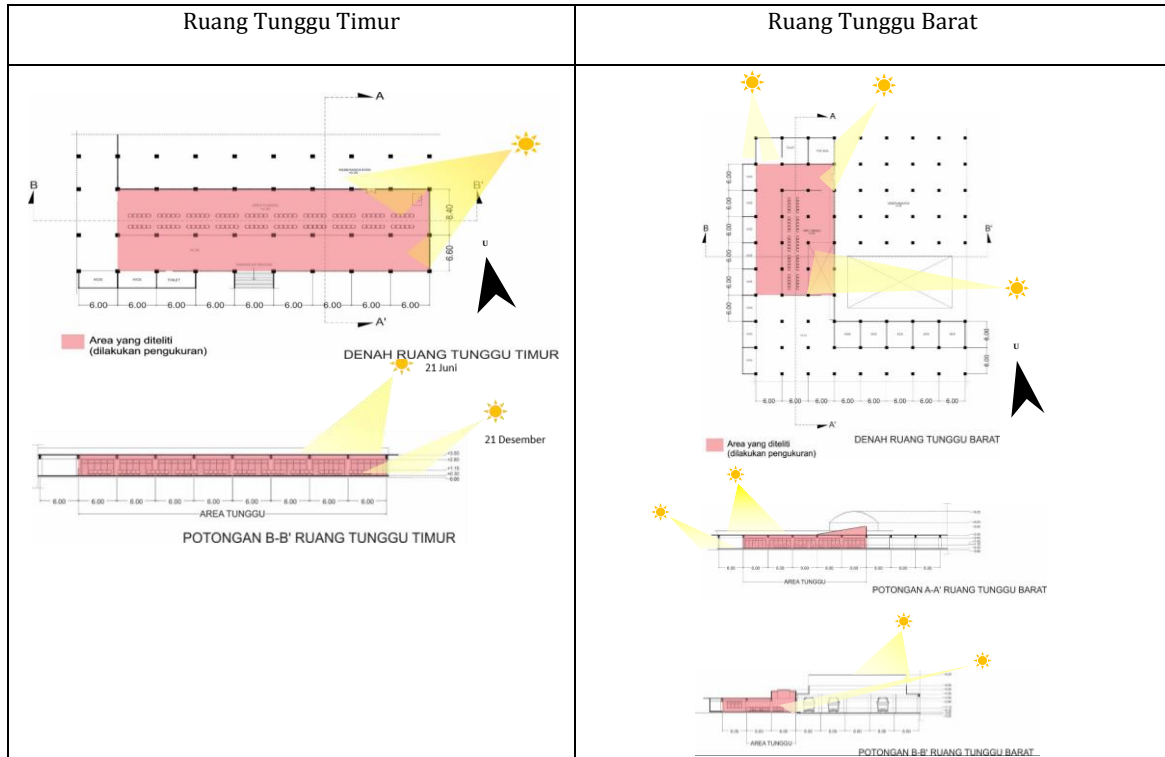


Gambar 2. Kondisi sekitar objek studi
(Sumber: <https://google.co.id/maps/>)

3.1 Bukaan Pencahayaan pada Objek Studi

Bukaan pencahayaan pada kondisi eksisting objek studi adalah *side lighting* berupa jendela mati. Kekurangan dari *side lighting* adalah jangkauan cahaya yang pendek sehingga objek studi tidak mendapatkan cahaya secara optimal. Tabel 1 menunjukkan cahaya masuk melalui *side lighting* pada ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat.

Tabel 1. Masuknya Cahaya ke dalam Objek Studi



3.2 Pengukuran di Lapangan

Hasil pengukuran di lapangan ditunjukkan dengan kontur cahaya, dari hasil tersebut diketahui bahwa distribusi cahaya pada kedua ruangan tidak merata dikarenakan beberapa lampu menyala dan beberapa lampu mati pada saat pengukuran berlangsung, sehingga kondisi nyata apabila kondisi ruangan tanpa lampu tidak dapat diukur dengan pengukuran langsung dan dibutuhkan simulasi dengan DiaLux. Tabel 2 di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran langsung di lapangan pada ruang tunggu timur dan barat berupa kontur cahaya dari nilai intensitas cahaya pada setiap titik ukur di dalam ruangan.

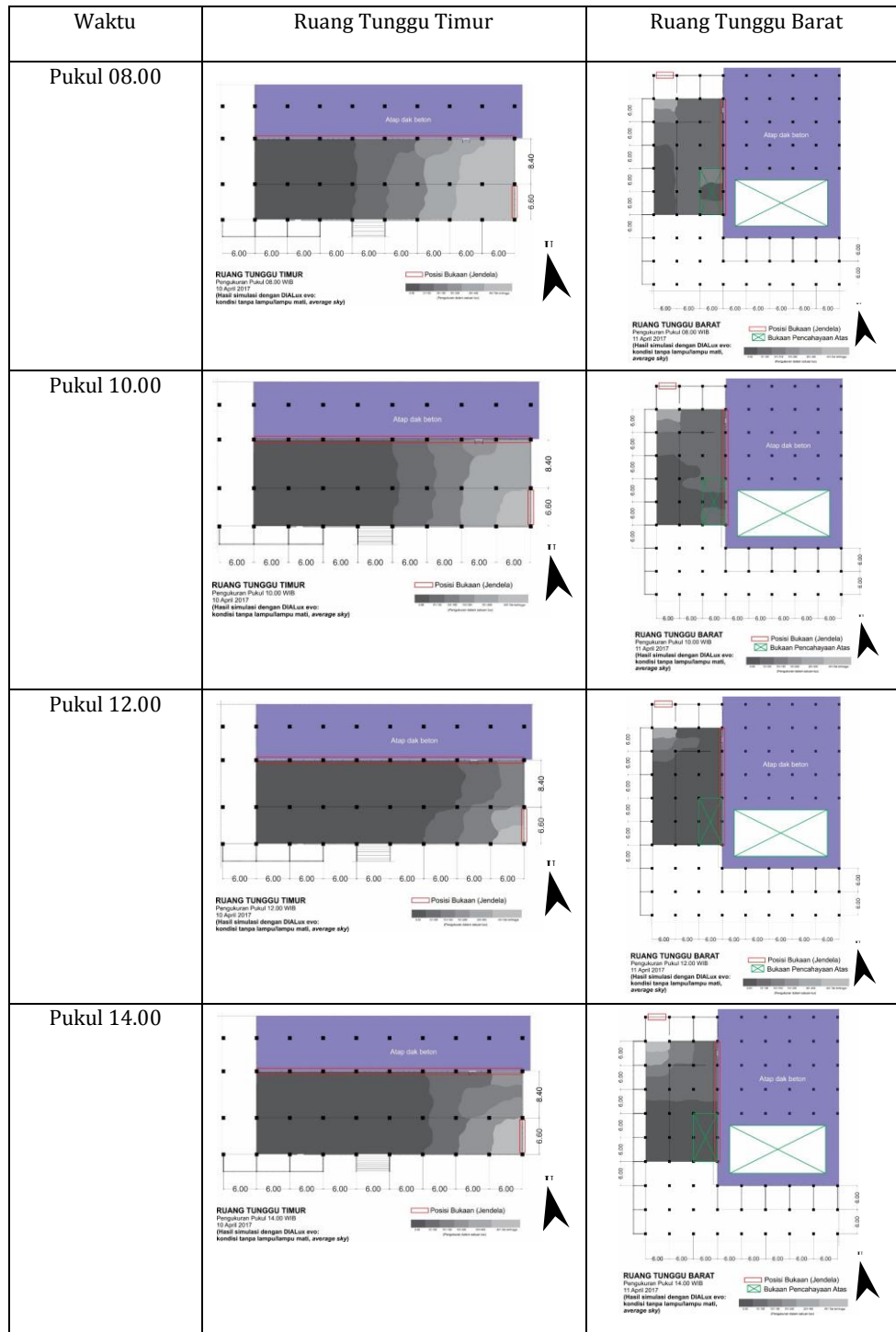
Setelah melakukan pengukuran di lapangan, dilakukan simulasi untuk validasi dengan hasil *relative error* yaitu 5,85% yang menunjukkan bahwa simulasi dengan DiaLux dapat digunakan dalam penelitian ini (nilai *relative error* harus <20%).

Tabel 2. Hasil Pengukuran di Lapangan

Waktu	Ruang Tunggu Timur	Ruang Tunggu Barat
Pukul 08.00	RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 08.00 WIB 10 April 2017	RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 08.00 WIB 11 April 2017
Pukul 10.00	RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 10.00 WIB 10 April 2017	RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 10.00 WIB 11 April 2017
Pukul 12.00	RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 12.00 WIB 10 April 2017	RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 12.00 WIB 11 April 2017
Pukul 14.00	RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 14.00 WIB 10 April 2017	RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 14.00 WIB 11 April 2017

3.3 Simulasi dengan Kondisi Ruang Tanpa Lampu

Tabel 3. Hasil Simulasi DiaLux (Kondisi: Tanpa Lampu)



Simulasi dengan DiaLux diawali dengan simulasi ruang tunggu timur dan barat dengan kondisi tanpa lampu (murni pencahayaan alami). Dari hasil kontur cahaya diketahui bahwa sebagian besar ruangan (titik ukur) menunjukkan nilai intensitas cahaya

pada angka <100 lux sehingga belum memenuhi standar SNI pencahayaan pada ruang tunggu. Kontur cahaya hasil simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

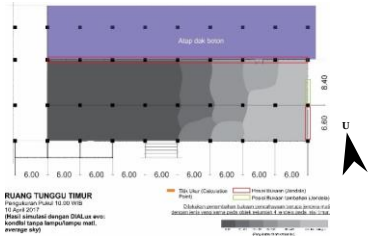
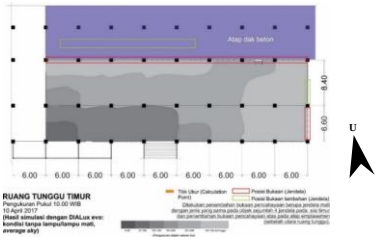
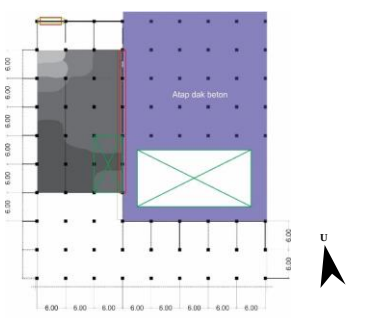
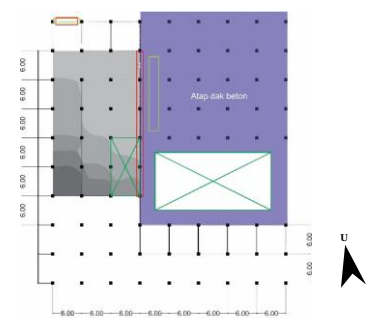
3.4 Simulasi dengan Kondisi Ruangannya Seluruh Lampu Menyala

Simulasi selanjutnya adalah simulasi DiaLux dengan kondisi seluruh lampu pada ruangan menyala. Kedua ruangan memiliki jenis lampu dengan besaran watt yang sama yaitu pada masing-masing titik terdapat lampu *double TL 2x18 watt*. Hasil dari simulasi dapat diprediksi yaitu sudah memenuhi standar SNI pencahayaan ruang tunggu dimana seluruh bagian ruangan menunjukkan nilai intensitas cahaya >100 lux. Namun dengan kondisi tersebut, penggunaan energi listrik dari pencahayaan buatan meningkat.

3.5 Simulasi dengan Mengubah Variabel Bebas pada Ruangannya

Pada simulasi ini, penulis melakukan eksperimen pada variabel bebas (bukan pencahayaan alami) pada masing-masing ruang tunggu. Simulasi yang pertama adalah dengan memaksimalkan pencahayaan samping pada ruangan, yaitu menambahkan jendela mati dengan jenis yang sama pada kondisi eksisting pada sisi yang masih memungkinkan untuk ditambahkan jendela. Dari hasil tersebut diketahui bahwa penggunaan *side lighting* saja pada kedua ruangan belum dapat mengoptimalkan pencahayaan di dalamnya. Simulasi selanjutnya adalah dengan menambahkan bukaan pencahayaan atas pada atap emplasemen bus yang masing-masing berada di luar ruang tunggu, penempatan tersebut dilakukan untuk menghindari silau yang terjadi pada ruangan. Tabel 4 menunjukkan hasil dari simulasi DiaLux dengan mengubah variabel bebas pada kedua ruang tunggu.

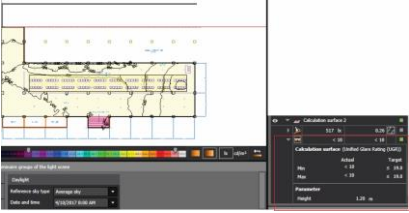
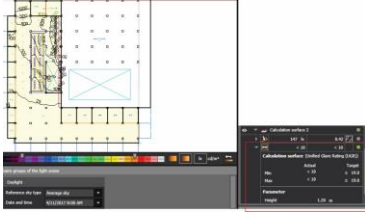
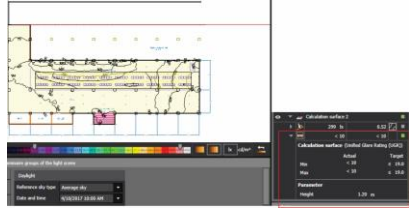
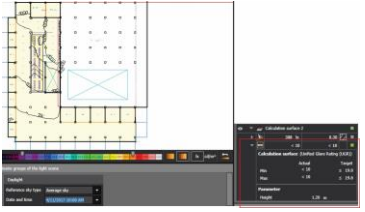
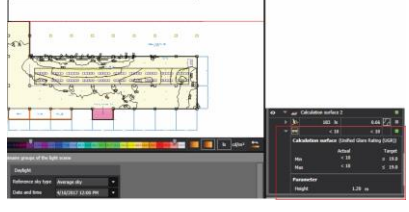
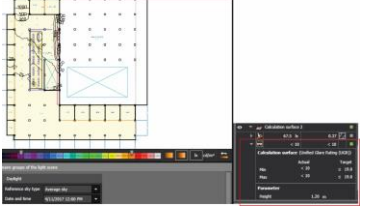
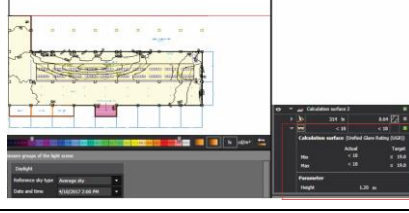
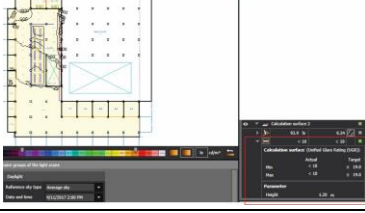
Tabel 4. Hasil Simulasi DiaLux (Mengubah Variabel Bebas)

Ruang Tunggu	Penambahan jendela mati	Penambahan jendela dan <i>sky light</i>
Ruang Tunggu Timur (jendela mati ditambahkan pada sisi timur, <i>sky light</i> pada atap emplasemen bus-sisi utara ruangan, 26x2 m) Sampel yang diambil adalah simulasi pada pukul 10.00.	 RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 10.00 WIB 10 April 2017 Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu/tempo mati, average sky	 RUANG TUNGGU TIMUR Pengukuran Pukul 10.00 WIB 10 April 2017 Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu/tempo mati, average sky
Ruang Tunggu Barat (jendela mati ditambahkan pada sisi utara, <i>sky light</i> pada atap emplasemen bus-sisi timur ruangan, 16x2 m) Sampel yang diambil adalah simulasi pada pukul 10.00.	 RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 10.00 WIB 11 April 2017 Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu/tempo mati, average sky	 RUANG TUNGGU BARAT Pengukuran Pukul 10.00 WIB 11 April 2017 Hasil simulasi dengan DIALux evo: kondisi tanpa lampu/tempo mati, average sky

Dari tabel 4 diketahui bahwa warna dari kontur cahaya pada simulasi kedua (penambahan *sky light*) sudah mengalami perubahan warna menuju ke warna yang lebih terang, menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan sudah meningkat. Pada ruang tunggu timur nilai intensitas cahaya paling kecil adalah 89,2 lux dan paling tinggi 1296 lux, sedangkan pada ruang tunggu barat nilai intensitas cahaya paling kecil adalah 77,1 lux dan paling tinggi 1988 lux.

Simulasi selanjutnya adalah simulasi menghitung nilai indeks silau pada masing-masing ruangan setelah dilakukan penambahan jendela dan *sky light*. Indeks silau dihitung dengan menghitung UGR (*unified glare rating*) melalui DiaLux. Standar nilai UGR pada DiaLux adalah ≤ 19 , angka tersebut menunjukkan tingkat silau rendah (*low glare*) sehingga apabila hasil dari simulasi menunjukkan angka >19 maka tergolong pada tingkat silau yang cukup tinggi. Tabel 5 menunjukkan hasil nilai indeks silau pada ruang tunggu timur dan ruang tunggu barat.

Tabel 5. Hasil Simulasi DiaLux (Indeks Silau/UGR)

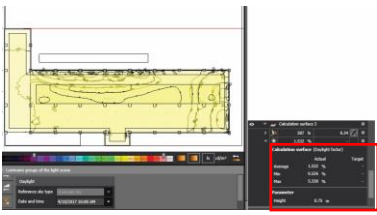
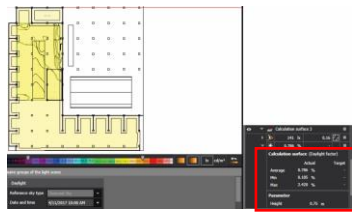
Waktu	Ruang Tunggu Timur	Ruang Tunggu Barat
Pukul 08.00 RTT: <10 RTB: <10		
Pukul 10.00 RTT: <10 RTB: <10		
Pukul 12.00 RTT: <10 RTB: <10		
Pukul 14.00 RTT: <10 RTB: <10		

Dari tabel 5 diketahui bahwa baik ruang tunggu timur maupun ruang tunggu barat menunjukkan hasil yang kurang lebih sama di setiap waktunya yaitu <10 sehingga dapat dikategorikan pada tingkat silau rendah. Penggunaan *sky light* yang ditempatkan pada luar

ruangan merupakan salah satu strategi pengoptimalan pencahayaan alami yang tidak menyebabkan silau pada ruangan.

Simulasi terakhir adalah menghitung nilai U (*uniformity*) yang menentukan pemerataan cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Nilai U tersebut didapatkan dari nilai DF (*daylight factor*) yang disimulasikan dari DiaLux. DF hanya dapat diukur pada kondisi *overcast sky*, yaitu keadaan langit dimana posisi matahari tidak dapat ditentukan karena kepadatan awan yang menutupi langit, sehingga hasilnya akan sama pada setiap jamnya. Tabel 6 akan menunjukkan hasil nilai U pada ruang tunggu timur dan barat.

Tabel 6. Hasil Simulasi DiaLux (*Uniformity*)

Ruang Tunggu Timur	Ruang Tunggu Barat
	

Nilai U pada ruang tunggu timur yaitu DF_{min}/DF_{max} : $0.03/0.33=0.09$, sedangkan pada ruang tunggu barat yaitu DF_{min}/DF_{max} : $0.01/0.24=0.04$. Nilai U pada kedua ruangan sudah memenuhi standar yaitu $DF_{min}/DF_{max} \geq 0.08$.

Kondisi ruang tunggu yang sudah ditambahkan *sky light* dapat digunakan sebagai rekomendasi desain pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi untuk mengurangi penggunaan energi listrik dari pemakaian pencahayaan buatan. Besar energi listrik yang dapat dikurangi adalah seperti pada gambar tabel di bawah ini.

Tabel 7. Penggunaan Listrik pada Ruang Tunggu Terminal Tirtonadi

	Kondisi sama pada saat pengukuran di lapangan	Kondisi seluruh lampu menyala	Kondisi akhir (setelah dilakukan perubahan pada variabel bebas)
Ruang Tunggu Timur	22 x 36 watt = 792 watt	40 x 36 watt = 1440 watt	0 watt (lampu dapat dimatikan)
Ruang Tunggu Barat	20 x 36 watt = 720 watt	26 x 36 watt = 936 watt	pada siang hari yaitu pukul 08.00-16.00 dikarenakan rata-rata intensitas cahaya ≥ 100 lux)

4. Kesimpulan

Pencahayaan alami pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi belum memenuhi standar, pada kondisi di lapangan pihak manajemen menggunakan pencahayaan buatan berupa lampu yang membutuhkan energi listrik cukup besar apabila beroperasi selama 24 jam. Pengolahan data dengan simulasi menghasilkan penyelesaian masalah untuk mengoptimalkan cahaya alami ke dalam ruang tunggu yang memenuhi standar pencahayaan ruang tunggu sesuai SNI dan dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan

konsumsi energi listrik (penggunaan pencahayaan buatan). Perubahan variabel bebas pada objek studi berupa penambahan jendela dan *sky light* mengakibatkan kurang lebih 90% dari area ruang tunggu pada kedua ruangan mendapat pencahayaan alami pada siang hari, penggunaan lampu pada pukul 08.00-16.00 dapat ditiadakan pada ruang tunggu Terminal Tirtonadi yang dapat menghemat penggunaan listrik pada lampu sekitar 30% setiap harinya.

Daftar Pustaka

- Iversen, A, Roy, N, Hvass, M, Jorgensen, M, Christoffersen, J, Osterhaus, W, and Johnsen, K. 2013. *Daylight Calculations in Practice*. Copenhagen.
- Lechner, N. 2007. *Heating, Cooling, Lighting: Metode Desain untuk Arsitektur*. Jakarta: Rajawali Press.
- Mediastika, C.E. 2013. *Hemat Energi dan Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- SNI 03-2396-2001. Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.