

Sistem Pencahayaan Melalui *Side-lighting* pada Kantor Bapenda Kabupaten Malang

Fernanda Ayuning Putri¹ dan Wasiska Iyati²

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

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: mbanyoldotcom@gmail.com

ABSTRAK

Pencahayaan alami merupakan konsep yang potensial untuk dikembangkan di negara beriklim tropis dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Sistem pencahayaan melalui *side-lighting* merupakan konsep yang banyak digunakan bangunan kantor pemerintahan Kabupaten Malang. Dibangunnya kantor terpadu sebagai akibat dari pemindahan ibukota Kabupaten Malang ke Kecamatan Kepanjen menjadi isu yang diangkat dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pencahayaan alami dan untuk memberikan rekomendasi mengenai rekayasa *side-lighting* pada Kantor Bapenda Kabupaten Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif eksperimental dengan software DiaLux 4.13. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pencahayaan eksisting dalam bangunan sangat jauh dari standar pencahayaan dalam ruang sehingga digunakan pencahayaan buatan pada 90% dari keseluruhan area sepanjang hari dari pukul 08.00 hingga 16.00. Setelah memberikan alternatif sesuai variabel bebas yang terpilih, rerata tingkat pencahayaan dan faktor cahaya naik sekitar 20% dari kondisi eksisting. Sedangkan zona nyaman naik sekitar 300% dari kondisi eksisting. Variabel yang mempengaruhi hasil dalam penelitian ini adalah warna interior, partisi ruang, material bukaan, dimensi bukaan, jenis dan dimensi pembayang, dan layout perabot.

Kata kunci: *side-lighting*, pencahayaan alami, Dialux, kantor

ABSTRACT

Daylighting has potential to be developed in tropical climates where the sun shines throughout the year constantly. Daylighting system through the side-lighting commonly uses in Malang Regency's Government Building. This research based on issues the relocation of the District Capital of Malang to Kepanjen Subdistrict, whether the new building has been considered of daylighting system that can make users building more healthy and comfortable. The purpose of this research is to know the performance of daylighting and to give recommendation about the side-lighting system at Bapenda Office of Malang Regency. The research's method is quantitative experimental by using DiaLux 4.13. the result of this research indicates that the existing illuminance condition within the building are to low compare with standard lighting therefore the artificial lighting is used in 90% of area and used all the daytime from 08.00 to 16.00. After providing alternatives according to the independent variables the average of illuminance and daylight factor is rises about 20% while the comfort zone rises about 300%. The variables that caused the result in this research are interior color, space partition, window material, window dimension, type and dimension of shading devices, and furniture layout.

Keywords: side-lighting, daylighting, DiaLux, Office

1. Pendahuluan

Perkembangan keberadaan Ibu Kota Kabupaten Malang yang selama beberapa tahun berada di wilayah Kota Malang dianggap kurang selaras dengan kebijakan Kabupaten Malang yang sedang giat melakukan pembangunan diberbagai bidang. Terkait hal tersebut diterbitkanlah Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 2008 tentang pemindahan Ibu Kota Kabupaten Malang dari wilayah Kota Malang ke wilayah Kecamatan Kepanjen. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan lahan dan perkembangan Kecamatan Kepanjen sebagai Ibu Kota Kabupaten Malang, maka Pemerintah Kabupaten Malang merencanakan untuk membangun kantor terpadu (*Block Office*).

Sehubungan dengan meningkatnya alih fungsi lahan, maka arah desain arsitektur pada masa kini telah menuju ke arah konsep bangunan hijau dan berkelanjutan atau ramah lingkungan (Karuniastuti, 2015). Menciptakan ruang yang nyaman dengan cara yang alami dapat memberikan kontribusi terhadap konservasi energi dan arsitektur yang berkelanjutan. Pemanfaatan pencahayaan alami dalam proses desain sebuah bangunan dapat meningkatkan kualitas dan standar dari bangunan. Maksud hal tersebut adalah meningkatnya faktor estetika dalam bangunan dan dapat menciptakan pengalaman visual bagi pengguna bangunan. Pencahayaan alami merupakan elemen penting yang dapat berpengaruh pada psikofisik individu. Variabel penting dalam pencahayaan alami adalah letak geografis lokasi penelitian yang kaitannya dengan posisi matahari dan iklim setempat. Dengan menerapkan prinsip-prinsip pemasukan cahaya dalam bangunan dan penggunaan pembayang dengan rasio perbandingan bukaan terhadap pembayang, konsep pencahayaan alami dalam bangunan dapat tercapai dengan baik (Subramanian, 2016).

Studi ini mengenai pencahayaan samping atau side lighting dengan pertimbangan bahwa sistem pencahayaan ini umum digunakan pada bangunan di Indonesia. Hal ini sangat wajar mengingat kebutuhan pencahayaan pada bangunan yang ada di Indonesia adalah pencahayaan tidak langsung atau cahaya pantul (Tiono, 2015). Lokasi studi yang terpilih adalah Kantor Badan Pendapatan Daerah Kabupaten Malang yang berada di dalam kompleks kantor terpadu Kabupaten Malang. Bangunan ini dibangun pada tahun 2016 dan dijadwalkan selesai pada tahun 2017. Sedangkan untuk mulai operasional kantor, dijadwalkan pada 2018.

Dengan adanya studi ini, harapan penulis dapat memberikan kontribusi bagi perencana Kantor Bapenda Malang tentang bagaimana desain yang efektif untuk merencanakan sistem pencahayaan alami untuk masuk ke dalam ruang. Dipilihnya bangunan ini karena studi yang dilakukan dalam tahap konstruksi akhir diharapkan dapat memberikan kontribusi langsung terhadap bangunan. Sehingga disaat studi ini selesai, hasil dari studi dapat diterapkan langsung ke dalam desain bangunan dan terciptanya ruang yang nyaman bagi pengguna bangunan.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimental. Metode eksperimental ini bertujuan untuk menilai pengaruh satu atau beberapa variabel terhadap suatu perlakuan dengan menggunakan pemrediksian optimalisasi digital. Penelitian pada studi ini dilakukan dengan cara pengambilan data langsung (data primer) melalui survei dan pengukuran langsung di lapangan, pengumpulan

data sekunder berupa hasil perencanaan gedung Bapenda, teori pendukung penelitian dan penelitian terdahulu sebagai pembanding, memvalidasi serta menganalisis hasil pengukuran menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) DIALux 4.13, serta membuat rekomendasi material yang dapat memaksimalkan pencahayaan alami melalui *side-lighting* pada Kantor Bapenda Malang.

Dalam studi ini terdapat tiga variabel penelitian. Adapun variabel-variabel penelitian tersebut yaitu; *Variabel Bebas*: Warna Interior, Partisi Ruang, Material Bukaannya, Dimensi Bukaannya, Elemen pembayang, Layout Perabot, Ceiling; *Variabel Terikat*: Tingkat pencahayaan alami, Daylight Factor, Zona Nyaman; *Variabel Kontrol*: kondisi geografis objek, orientasi jendela, lingkungan sekitar objek, bentuk bangunan.

Observasi lapang dilakukan pada 2 ruangan yang masing-masing 1 ruangan berada pada lantai 1 dan Lantai 2. Ruang yang dipilih merupakan ruang yang telah beroperasi dan merupakan ruang utama dalam lantai tersebut. Ruang pelayanan lantai 1 dan ruang sekretariat lantai 2 merupakan ruang yang dipilih untuk dilakukannya observasi langsung. Hasil observasi langsung merupakan dasar untuk dilakukannya eksperimen secara digital.

Waktu observasi yang dipilih pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00. Tanggal yang dipilih pada penelitian ini adalah tanggal 21 Maret, 21 Juni, dan 22 Desember. *Calculation Surface* atau bidang kerja yang ditempatkan pada setiap ruang dengan tinggi 0.75 cm merupakan media untuk menentukan apakah ruang tersebut memenuhi standar atau tidak.

Data yang diperoleh berupa titik-titik tingkat pencahayaan yang tersebar pada seluruh ruangan, data ini disebut dengan grafik nilai atau *Value Charts*. Sehingga dapat diketahui persebaran pencahayaan dalam ruang. Ruang-ruang dengan titik yang rendah dapat divisualisasikan dalam warna yang berbeda dengan titik yang memiliki tingkat pencahayaan yang tinggi, gambar ini disebut skala warna atau *False Colors*. Dalam penelitian ini penulis membagi dalam 3 kategori yang berbeda, yaitu dengan tingkat pencahayaan yang kurang dari 300 lux, antara 300 lux sampai 400 lux, dan lebih dari 400 lux. Tingkat pencahayaan kurang dari 300 lux ditandai dengan warna coklat tua. Tingkat pencahayaan antara 300 lux sampai 400 lux ditandai dengan warna biru muda. Dan yang terakhir tingkat pencahayaan lebih dari 400 lux ditandai dengan warna kuning.

Rerata tingkat pencahayaan dalam ruang berdasarkan bidang kerja yang telah dibagi ke semua ruang. Data ini merupakan data yang akan diolah menjadi grafik alur yang akan menunjukkan peningkatan atau penurunan pencahayaan dalam ruang akibat hasil modifikasi atau rekomendasi desain yang telah dilakukan oleh penulis sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Objek penelitian pada studi ini adalah Gedung Badan Pendapatan Daerah Kabupaten Malang. Lokasi bangunan berada pada kompleks kantor terpadu Kabupaten Malang di Kecamatan Kepanjen. Bangunan secara umum memiliki bukaan yang cukup pada setiap sisinya. Material bukaan merupakan jenis *tinted glasses* dan tidak memiliki pembayang eksternal pada bukaannya. Dinding terluar bangunan memiliki warna dominan coklat muda dan warna merah muda kecoklatan sebagai aksennya.



Gambar 1. Tampak Depan Objek Penelitian

3.1 *Identifikasi Elemen Pencahayaan*

Orientasi bangunan menghadap ke sisi barat daya. Bangunan terdiri dari 1 massa dengan 2 lantai yang memiliki fungsi ruang pelayanan pada lantai 1 dan ruang sekretariat pada lantai 2. Bangunan berdiri pada tanah seluas 3,989 m². Total luas lantai adalah 1.369,94 m². Luas lantai 1 adalah 715,75 m². Sedangkan luas Lantai 2 adalah 663,11 m². Bangunan masif dengan void di dalam bangunan seluas 43,11 m². Bentuk bangunan secara umum adalah balok segi empat yang memanjang dari sisi barat laut ke tenggara. Lebar bangunan adalah 18 meter dan panjang bangunan adalah 30 meter.

Bukaan cahaya berada pada sisi dinding bangunan. Dengan bentuk bangunan yang demikian, bukaan cahaya yang didapatkan pada setiap ruang hanya dari satu atau 2 sisi bangunan saja. Interval kolom dari bangunan ini dengan jarak setiap 6 meter. Masing-masing ruang dalam bangunan ini, minimal memiliki kedalaman ruang 6 meter. Tinggi total bangunan adalah 17,50 meter. Tinggi lantai satu sampai plafond adalah 3,4 meter. Sedangkan tinggi lantai 2 sampai plafond adalah 5,5 meter. Ketinggian ruang ini akan mempengaruhi pencahayaan dalam ruang terutama ketinggian bukaan cahaya. Pada bangunan ini memiliki tinggi bukaan cahaya rata-rata 2.76 meter, sehingga pencahayaan efektif pada kedalaman ruang 4.14 meter dari bukaan cahaya dalam ruang.

3.2 *Kondisi Eksisting*

Hasil dari pengukuran langsung menunjukkan bahwa tingkat pencahayaan yang ada dalam Gedung Bapenda ini sangat minim. Tingkat pencahayaan (E) pukul 08.00 pada ruang Pelayanan, Lantai 1 E minimal adalah 57.3 Lux, E maksimal 870 Lux, dan E rata-rata nya adalah 161 Lux. Sedangkan pada pukul 12.00 tingkat pencahayaan (E) minimal pada ruang ini adalah 74.2 Lux, E maksimal adalah 870 Lux, dan E rata-rata adalah 265.51 Lux. Sedangkan pada pukul 16.00 tingkat pencahayaan (E) minimal pada ruang ini adalah 55.4 Lux, E maksimal adalah 565 Lux, dan E rata-rata adalah 170 Lux.

Tingkat pencahayaan (E) pada Ruang Sekretariat Lantai 2 pada pukul 08.00 pada E minimal adalah 3.4 Lux, E maksimal 673 Lux, dan E rata-rata nya adalah 109 Lux. Sedangkan pada pukul 12.00 tingkat pencahayaan (E) minimal pada ruang ini adalah 6.3 Lux, E maksimal adalah 893 Lux, dan E rata-rata adalah 153.2 Lux. Sedangkan pada pukul 16.00 tingkat pencahayaan (E) minimal pada ruang ini adalah 3.6 Lux, E maksimal adalah 373 Lux, dan E rata-rata adalah 51 Lux. Hasil yang ditunjukkan ini merupakan hasil yang

sangat jauh dengan standar tingkat pencahayaan ruang yang ada. Standar tingkat pencahayaan ruang kantor pada SNI adalah 350 Lux.

3.3 *Validasi Simulasi Komputer*

Daylight factor dari hasil pengukuran langsung dan daylight factor dari hasil simulasi komputer akan dibandingkan, sehingga hasil dari perbandingan tersebut tidak lebih dari 20%. X, Rong Li & Z, Zhao (2005) menyatakan bahwa "Total Kesalahan Relatif atau relative error dalam pengukuran berada pada rentangan 20% untuk memperoleh hasil yang akurat". Kondisi simulasi eksisting dibuat semirip mungkin, hingga perbedaannya tidak lebih dari 20%.

Perbandingan *daylight factor* pengukuran langsung dan simulasi computer Lantai 1, ditunjukkan pada tabel berikut ini. Rata-rata relative error pada pukul 08.00 adalah 11.07%, sedangkan rata-rata relative error pada pukul 12.00 adalah 13.81%, sedangkan pada pukul 16.00 11.51%. Setelah dibandingkan rerata *relative error* Lantai 2 pada pukul 08.00 yang didapatkan adalah 13.16%. Rerata *relative error* pada pukul 12.00 yang didapatkan adalah 13.04%. rerata *relative error* pada pukul 16.00 yang didapatkan adalah 13.48%. Hasil ini tidak melebihi dari 20%, sehingga dapat disimpulkan hasil dari simulasi computer cukup valid.

3.4 *Tahap Modifikasi A: Modifikasi Warna*

Ruang dengan dominan warna yang lebih terang dan warna kontras sebagai aksen dapat menciptakan skema warna pastel (Kwallek, 2005). Pada tahap modifikasi ini hasil menunjukkan bahwa warna dengan intensitas tinggi dapat meningkatkan pencahayaan dalam ruang. Alternatif terpilih pada tahap ini adalah alternatif 3 dimana skema warna yang ada lebih kompleks dan dibagi dalam dua skema warna, yaitu skema warna dengan intensitas tinggi dan skema warna dengan intensitas rendah. Pada modifikasi ini menunjukkan bahwa zona nyaman meningkat 12.5%, tingkat pencahayaan meningkat 21.46%, dan daylight factor meningkat 21.81% dari kondisi eksisting.

3.5 *Tahap Modifikasi B: Modifikasi Bukaannya*

Pada tahap ini menampilkan tiga alternatif yaitu penggantian material bukaan, modifikasi partisi ruang, dan perubahan dimensi bukaan. Tingkat pencahayaan tidak hanya dipengaruhi oleh material bukaan, namun juga ketinggian ruang. Semakin tinggi ruang semakin besar pula potensi radiasi matahari dan juga tingkat pencahayaan dalam ruang dapat meningkat. Contohnya pada objek penelitian ini, pada lantai 1, setelah mengubah material bukaan pada lantai 1, tingkat pencahayaan meningkat tidak lebih dari 10% sedangkan pada lantai 2, tingkat pencahayaan dalam ruang dapat meningkat hingga 100%.

Perubahan partisi ruang dapat meningkatkan pencahayaan dalam ruang, namun tingkatnya tidak terlalu besar, hanya dalam kisaran 2-5% dalam rata-rata seluruh ruang. Namun ruang yang berada di tengah bangunan dan tidak memiliki akses untuk memiliki bukaan ke ruang luar, penggantian material partisi ini sangat berpengaruh terhadap pencahayaan pada ruang tersebut.

Perubahan dimensi bukaan sangat berpengaruh terhadap tingkat pencahayaan dalam ruang. Terdapat beberapa ruang yang naik tingkat pencahayaannya, adapula ruang

yang turun tingkat pencahayaannya. Namun selain itu, tingkat kesilauan dalam ruang tidak dihindari. Sehingga pada tahap selanjutnya, peneliti menggunakan elemen pembayang untuk mengatasi kesilauan yang masuk dalam ruang.

3.6 Tahap Modifikasi C: Elemen Pembayang

Dalam menentukan jenis elemen pembayang yang akan digunakan dalam setiap ruang, dilakukan tahap analisa kualitas ruang dengan beberapa factor yang mempengaruhi yaitu pemandangan ke luar ruang, perubahan waktu yang dirasakan, dan kesehatan lingkungan yang akan dicapai. Faktor ini menentukan jenis elemen pembayang yaitu Panel Prismatik, Prisms and Venetian Blinds, Pembayang transparan, *Louvres and Blinds*, *Light Shelves*, *Glazing with Reflecting Profiles*, *Laser Cut Panel*, dan *Sun Directing Glass*.

Setelah mendapatkan alternatif pembayang, selanjutnya menganalisa sudut bayang vertikal dan sudut bayang horizontal yang ditentukan oleh tanggal dan bulan pada zona waktu objek penelitian, lokasi objek penelitian, orientasi jendela atau dinding vertikal, dan magnetic declination objek penelitian. Untuk mengurangi kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh human error maka dalam studi ini peneliti menggunakan Sun Calculator yang dapat diakses secara online. Sisi bangunan yang akan diaplikasikan elemen pembayang merupakan sisi bangunan timur laut dan barat daya karena sebagian besar ruangan utama berbatasan dengan 2 sisi tersebut sedangkan 2 sisi lainnya berbatasan dengan area sirkulasi.

Tingkat kesilauan yang masuk ke dalam ruang dapat dikurangi dengan penambahan elemen pembayang. Namun penambahan ini juga berakibat pada menurunnya tingkat pencahayaan dalam ruang. Secara keseluruhan, pada alternatif ini tingkat pencahayaan ruang turun hingga 10%.

3.7 Tahap Modifikasi D: Modifikasi Perabot

Pada tahap ini diberikan 3 alternatif perabot dimana hasil yang akan ditunjukkan dipilih berdasarkan alternatif terbaik dari ketiganya. Layout perabot tiga merupakan yang paling sesuai pada bangunan ini, karena perletakan perabot pada layout ini pada zona nyaman, yaitu pada rentangan 300-400 lux.

3.8 Tahap Modifikasi F: Modifikasi Ceiling

Tahap ini dirumuskan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari material yang digunakan oleh ceilings atau langit-langit pada ruang objek penelitian. Tahap awal dirumuskannya 3 alternatif terlebih dahulu, sebelum melakukan Analisa tingkat pencahayaan dalam ruang. Alternatif tersebut dipilih dari standar software DiaLux 4.13, AMF Ceiling, Armstrong Ceiling, dan OWA Techta Metal Ceiling. Sehingga dirumuskan 3 bahan terpilih yaitu Cermin, Standar Ceiling, dan Metal.

Pada tahap ini disimpulkan bahwa penggantian elemen ceiling dari standar ceiling dengan Reflection Factor (RF) 70% dan Mirror Effect (ME) 0% menjadi bahan OWA Techta Metal Ceiling dengan tipe Galvanized Sheet Steel dengan Reflection Factor (RF) 92% dan Mirror Effect (ME) 0% menjadikan tingkat pencahayaan dalam ruang naik sekitar 10% dari kondisi eksisting. Hasil yang ditunjukkan dalam alternatif 1F, 2F, dan 3F tidak mengalami peningkatan maupun penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan nilai *mirror effect*

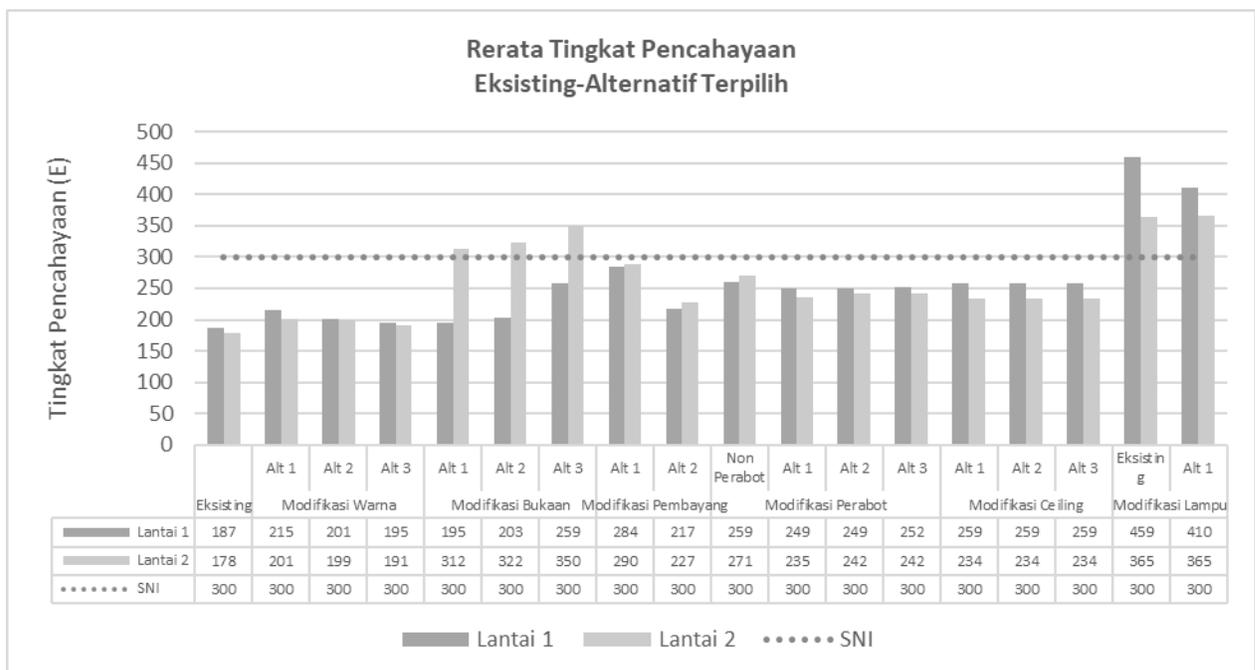
tidak mempengaruhi hasil dari simulasi pencahayaan yang menggunakan software dialux dan Analisa tingkat pencahayaan dalam ruang memiliki nilai *reflection factor* maksimal 90%. Namun pada praktiknya, terdapat material yang memiliki *reflection factor* hingga 92%.

3.9 Tahap Modifikasi E: Modifikasi Lampu

Pada tahap ini merupakan tahap dimana perubahan beberapa elemen pencahayaan belum memenuhi kebutuhan untuk kenyamanan pengguna ruang. Maka peneliti merumuskan 2 alternatif layout lampu, alternatif 1E penggunaan *general lighting* dan Alternatif 2E, penggunaan *spot lighting* dengan deret lampu ditentukan oleh posisi perabot yang ada. Penggunaan *spot lighting* pada bangunan ini untuk melengkapi kebutuhan pencahayaan dalam ruang merupakan solusi yang tepat. Layout lampu ini merupakan cadangan disaat pencahayaan alami tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna ruang.

3.10 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Alternatif Terpilih

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan proses dari pemilihan alternatif dimana tingkat pencahayaan mengalami peningkatan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Peningkatan signifikan terlihat pada perubahan variabel bukaan dan pada penambahan elemen pembayang, tingkat pencahayaan mengalami penurunan.



Gambar 1. Rerata Tingkat Pencahayaan Eksisting-Alternatif Terpilih

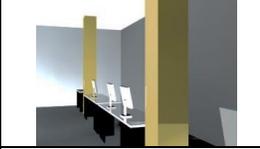
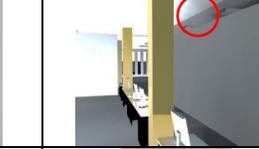
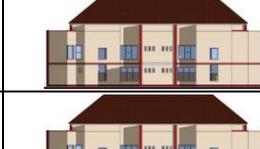
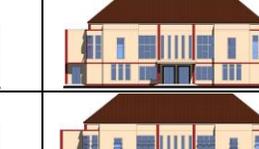
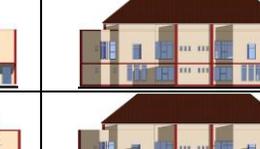
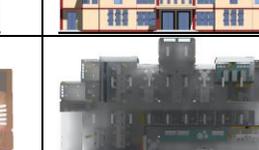
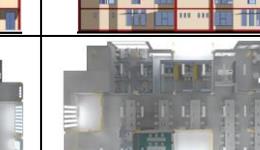
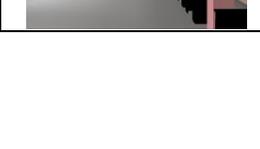
Berikut merupakan tabel yang menunjukkan prosentase area zonasi tingkat pencahayaan dimana zona dibagi menjadi tiga golongan. Zona nyaman berada pada rentang 300 lux hingga 400 lux.

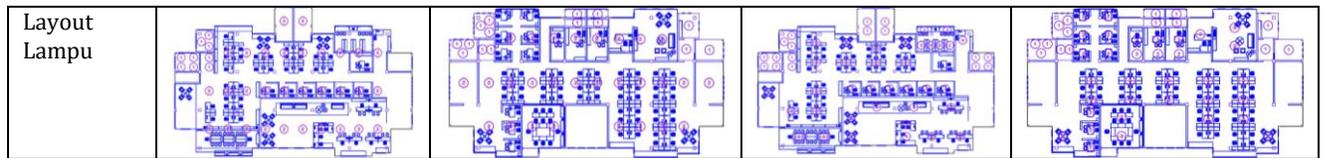
Tabel 1. Zona Nyaman Kondisi Eksisting-Alternatif Terpilih

Pembagian Zonasi	Prosentase Area Zonasi Tingkat Pencahayaan			
	Eksisting		Alternatif Terpilih	
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 1	Lantai 2
< 300 lux	81%	88%	18%	14%
300 – 400 lux	7%	4%	36%	39%
> 400 lux	12%	8%	46%	47%

Berikut merupakan tabel perbandingan yang ditunjukkan dengan beberapa visualisasi kondisi eksisting dan kondisi alternatif terpilih.

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Eksisting-Alternatif Terpilih

Variabel	Eksisting		Alternatif Terpilih	
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 1	Lantai 2
Warna				
Material Bukaan		Jenis Kaca: Tinted Glass Transmisi kaca: 40% Transparency: 40%		Jenis Kaca: Clear Glass Transmisi kaca: 80% Transparency: 80%
Partisi Bukaan				
Dimensi Bukaan				
Elemen Pembayang				
Layout Perabot				
Ceiling		Bahan: Standar Ceiling Reflection Factor: 40% Mirror Effect: 0%		Bahan: Standar Ceiling Thermatex Plain Reflection Factor: 92% Mirror Effect: 0%



4. Kesimpulan

Bangunan Kantor Bapenda Kabupaten Malang merupakan bangunan kantor pemerintahan dengan tipe bangunan *open plan* yang tebal. Pada kondisi eksisting bangunan ini menggunakan pencahayaan buatan sekitar 90% dari total dan digunakan sepanjang hari selama pukul 08.00-16.00. Pada evaluasi kondisi eksisting, tingkat pencahayaan dalam ruang jauh dari standar pencahayaan, terutama pada ruang yang berada di tengah bangunan, dimana pencahayaan dari luar ruang tidak dapat masuk ke dalam ruang tersebut. Skema warna dengan intensitas tinggi dan rendah dapat digunakan untuk mengontrol tingkat pencahayaan dalam ruang dimana pengaruhnya terhadap pencahayaan dalam ruang sebesar 10%. Material bukaan dan ketinggian bangunan mempengaruhi pencahayaan dimana penggantian material bukaan pada lantai 1 dapat meningkatkan pencahayaan hingga 10% dan pada lantai 2 dapat meningkatkan pencahayaan hingga 100%. Penggantian partisi ruang meningkatkan pencahayaan hingga 5% dalam ruang. Perubahan dimensi bukaan dapat meningkatkan pencahayaan hingga 50%. Tingkat kesilauan pada ruang dapat dikurangi dengan menambahkan elemen pembayang yang mengakibatkan turunnya tingkat pencahayaan dalam ruang namun dapat meningkatkan zona nyaman dalam ruang. Jenis material perabot dan layout perabot mempengaruhi pencahayaan dalam ruang dimana semakin besar luas bidang pantulan, kenaikan pencahayaan semakin besar pula. Perubahan material ceiling dapat meningkatkan pencahayaan hingga 2%. Untuk memenuhi tingkat pencahayaan dalam ruang, ditambahkan pula rekomendasi layout pencahayaan buatan dimana digunakannya *spot lighting* pada area-area kerja sehingga, penggunaannya berdasarkan pengguna area kerja tertentu saja.

Daftar Pustaka

- Karuniastuti, Nurhenu. 2015. Bangunan Ramah Lingkungan. *Jurnal Forum Teknologi*. V (1): 8-15.
- Kwallek, Nancy. 2005. *Color in Office Environments*. *Informe Design*. V (1): 1-6.
- Subramanian, C. V. & Kamalesvari, S. 2016. Daylight and Sustainable Architecture for Warm Humid Climate. *International Research Journal of Engineering and Technology*. III (12): 1381-1387.
- Tiono, Evan Prabowo., Indrani, Hedy C. 2015. *Pengaruh Eksperimen Light Shelf terhadap Pencahayaan Alami pada Ruang Kerja*. *Jurnal Intra*. III (2): 127-136
- X, Rong Li & Z, Zhao. 2005. *Relative Error Measures for Evaluation of Estimation*. Makalah dalam Information Fusion, 2005 8th International Conference. IEEE. Philadelphia. USA, 25-28 Juli 2005.