

Tata Cahaya Hemat Energi pada Gedung Utama dan Tata Bangunan Dinas PU Cipta Karya Pemerintah Provinsi Jawa Timur di Surabaya

Rahmat Ardiansyah¹ 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: rahmat.ardiansyah2502@gmail.com

ABSTRAK

Konsumsi energi listrik di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sektor konstruksi menjadi sektor terbesar pemakai energi listrik. Penghematan energi pada sektor konstruksi dapat dilakukan pada tiga aspek, yaitu aspek rancangan bangunan, aspek utilitas bangunan dan aspek perilaku pengguna. Desain pencahayaan termasuk ke dalam aspek rancangan bangunan dan menjadi faktor terpenting dalam kenyamanan visual. Gedung Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur di Surabaya merupakan gedung yang berfungsi sebagai kantor bagi Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur dan termasuk ke dalam kategori direkomendasikan untuk diterapkan prinsip bangunan hemat energi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan simulasi. Simulasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari suatu rekomendasi desain terhadap intensitas cahaya ruang dengan menggunakan software Dialux 4.12. Intensitas konsumsi energi eksisting gedung utama dan tata bangunan Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 9,81 KWh/m²/bulan yang tergolong efisien menurut Peraturan menteri ESDM No. 13 tahun 2012. Rekomendasi pencahayaan pasif dan aktif dapat mengurangi konsumsi energi untuk sistem pencahayaan sebesar 62%.

Kata kunci: Konservasi energi, bangunan hijau, tata cahaya, audit energi

ABSTRACT

Electrical energy consumption in Indonesia has increased from year to year. The construction sector is becoming the largest sector of user electric energy. Energy saving in the construction sector can be done on three aspects, namely building design aspects, aspects of buildings and utility aspects of user behavior. Lighting design including design aspects into the building and it became the most important factor in visual comfort. The building Department of PU Copyright Works in Surabaya, East Java province is the building that serves as headquarters for the service of the PU Copyright works of East Java province and belongs to the category of recommended to apply the principle of energy-saving buildings. This research uses experimental and simulation methods. Simulations were conducted to know the influence of a designer's recommendation against the light intensity of space by using the software Dialux 4.12. The intensity of the existing energy consumption of the main building and the Buildings Department PU Copyright Works of East Java is 9.81 KWh/m²/month which belongs to efficiently according to the regulations the Minister of MINERAL RESOURCES No. 13 the year 2012. Passive and active lighting recommendations can reduce energy consumption for the lighting system of 62%.

Keywords: Energy conservation, green building, lighting strategy, energy audit

1. Pendahuluan

Krisis energi menjadi ancaman global mengingat sumber energi dunia yang makin lama makin menipis. Negara Indonesia masuk ke dalam daftar 25 negara pemakai sumber energi dunia. Dalam segi efisiensi penggunaannya, Indonesia masih menempati urutan 17 dari 25 negara tersebut (Alvarez, Vaidyanathan, Hannah, & King, 2018). Dalam beberapa tahun terakhir, konsumsi energi listrik di Indonesia semakin meningkat. Tercatat sejak tahun 2008 hingga 2016, konsumsi energi listrik per kapita meningkat hingga 70% hanya dalam jangka waktu 8 tahun yang berarti peningkatan tiap tahunnya sebesar 8,75% (Kementerian ESDM, 2017). Dari beberapa sektor pemakai sumber energi nasional, sektor konstruksi menjadi pemakai terbesar dengan persentase sebesar 40% dari keseluruhan sektor.

Penghematan energi di dalam bangunan dapat dilakukan dalam tiga aspek yaitu rancangan arsitektur bangunan, utilitas bangunan dan perilaku pengguna bangunan (Karyono, 2016). Rancangan arsitektur bangunan meliputi sistem pasif pencahayaan dan penghawaan serta sistem aktif pencahayaan dan penghawaan. Aspek pencahayaan merupakan salah satu faktor terpenting dalam kenyamanan visual di berbagai aktivitas tidak terkecuali pada aktifitas bekerja di dalam sebuah fungsi bangunan kantor. Kualitas pencahayaan alami yang baik menjadi tuntutan dari sebuah ruang karena kualitas pencahayaan yang buruk dapat mengganggu kesehatan visual dan menurunkan produktivitas kerja (Nurdiah, Dinapradipta, & Antaryama, 2007). Gedung Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur merupakan gedung yang berfungsi sebagai kantor bagi Dinas PU Cipta Karya Provinsi Jawa Timur. Jika melihat konteks isu penghematan energi, Gedung ini termasuk dalam kategori direkomendasikan untuk diterapkan prinsip-prinsip bangunan hemat energi atau bangunan hijau berdasarkan Permen PU dan Perumahan Rakyat No. 2/PRT/M/2015/ Tentang Bangunan Gedung Hijau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efisiensi konsumsi energi listrik untuk kemudian menjadi landasan dalam menentukan strategi yang dapat diterapkan sebagai upaya penghematan energi listrik melalui sistem pencahayaannya.

Sistem pencahayaan yang baik dipertimbangkan melalui orientasi bangunan, bentuk bangunan, perencanaan ruang, warna pelingkup ruang dan jenis bukaan (Lechner, 2015). Perencanaan bukaan harus selalu diperhatikan karena perencanaan bukaan yang kurang baik seringkali menimbulkan silau. Perencanaan bukaan yang baik dapat dilakukan dengan menempatkan jendela pada ketinggian di atas kepala manusia, menempatkan beberapa bukaan dalam satu ruang pada sisi dinding yang berbeda, melindungi bukaan dari sinar matahari berlebih, dll. Selain itu, shaft cahaya juga dapat menjadi alternative pencahayaan ketika bukaan samping tidak dapat menjangkau area ruang terdalam (szokolay, 2004). Intensitas cahaya dalam ruang yang ideal bagi fungsi kantor adalah minimal 350 lux (Badan Standardisasi Nasional, 2001).

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian evaluatif yang merupakan penelitian dengan melakukan penilaian terhadap konsumsi energi bangunan kantor PU Cipta Karya pemerintah provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan dalam penilaiannya adalah metode audit energi yang bertujuan untuk mengevaluasi atau menilai tingkat efisiensi penggunaan energi pada gedung Kantor PU

Pemprov. Jatim. Melalui audit energi ini, diperoleh nilai IKE (indeks konsumsi energi) dari bangunan tersebut dan kemudian dapat diketahui apakah tingkat konsumsi energi pada kantor PU Cipta Karya Pemprov. Jatim telah memenuhi standar. Selain itu, dari nilai IKE gedung yang diperoleh juga dapat diketahui tingkat efisiensi konsumsi energi bangunan tersebut berdasarkan kategori-kategori yang tercantum di dalam permen ESDM.

Kemudian setelah dilakukan audit energi, maka dilakukan analisis peluang konservasi energi. Metode yang digunakan dalam analisis data untuk mendapatkan peluang penghematan energi yang tepat adalah dengan metode eksperimental. Simulasi merupakan sebuah cara untuk menciptakan suatu setting tiruan dari sebuah perilaku alamiah (Borden & Abbott, 2017). Eksperimen dilakukan melalui simulasi digital untuk mengetahui seberapa besar energi yang dapat dihemat. Simulasi digital dilakukan dengan menggunakan *software* Dialux 4.12. Sampel penelitian ini adalah ruang-ruang utama pada fungsi kantor yaitu ruang ruang kerja pimpinan (kepala dinas), ruang kerja staff suubbag. keuangan, ruang kerja staff bidang tata bangunan dan ruang rapat kepala dinas.

3. Hasil dan Pembahasan

Objek dari penelitian ini adalah gedung utama dan gedung tata bangunan kantor PU Cipta Karya Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang berlokasi di Jalan Gayung Kebonsari no. 169, Kota Surabaya. Gedung utama terdiri dari 4 lantai dengan orientasi bangunan memanjang timur-barat sedangkan gedung tata bangunan terdiri dari 2 lantai dengan orientasi cenderung memanjang utara-selatan. Gedung ini memiliki total luas lantai mencapai 2361.57 m².



Gambar 1. Tampilan bangunan objek penelitian

3.1 Pengukuran Eksisting

Pada tahap pengukuran kondisi eksisting ini, terdapat dua variabel yang diukur yaitu intensitas cahaya dan konsumsi energi.

3.1.1 Intensitas cahaya dalam ruang

Pengukuran lapangan dilakukan dengan menggunakan alat lux meter digital pada seluruh ruang sampel. Pengukuran lapangan perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi pencahayaan dalam ruang eksisting dan sebagai bahan untuk melakukan validasi *software*. Pada ruang sampel yang pertama yaitu ruang staff subbag. Keuangan, intensitas cahaya alami di dalam ruang hanya berkisar antara 10 lux – 75 lux. Pada ruang sampel yang ke dua

yaitu ruang staff bidang tata bangunan, intensitas cahaya alami di dalam ruang hanya berkisar antara 42 lux – 146 lux. Pada ruang sampel yang ke tiga yaitu ruang kerja kepala dinas, intensitas cahaya alami di dalam ruang hanya berkisar antara 7 lux – 28 lux. Sedangkan pada ruang sampel yang terakhir yaitu ruang rapat kepala dinas, intensitas cahaya alami berkisar antara 24 lux – 85 lux.

3.1.2 Konsumsi energi bangunan

Dari proses audit energi, dihasilkan sebuah potret penggunaan energi termasuk besarnya konsumsi energi tiap lantai serta konsumsi energi keseluruhan dari bangunan objek penelitian yaitu sebagai berikut.

Tabel 1 Konsumsi energi pada bangunan objek penelitian

Lantai	Konsumsi energi per bulan (kWh)	Konsumsi energi per tahun (kWh)
Lantai 1	7978.23	95738.76
Lantai 2	9972.27	119667.24
Lantai 3	4975.90	59710.80
Lantai 4	272.34	3268.08
Total	23208.60	278503.25

Melalui profiling konsumsi energi listrik, maka didapat hasil bahwa aspek pengkondisian udara mengkonsumsi energi listrik paling besar yang kemudian diikuti oleh konsumsi peralatan elektronik kemudian konsumsi pencahayaan.

3.2 Evaluasi Aspek Arsitektural

Evaluasi aspek arsitektural dilakukan dengan menganalisa variabel-variabel eksisting yang berpengaruh terhadap intensitas pencahayaan dalam ruang pada bangunan objek penelitian terutama pada ruang-ruang sampel sehingga ditemukan variabel-variabel yang perlu penyesuaian agar pencahayaan alami di dalam ruang dapat berlangsung secara optimal.

Tabel 2. Analisis Fisik Bangunan Eksisting

Cakupan Aspek Fisik	Variabel	Sub Variabel	Kondisi Eksisting	Standar
Umum	Selubung bangunan	Bukaan	Rasio bukaan pada sisi utara yaitu 21% masih belum memenuhi standar	WWR terkait dengan bangunan tetangga 25% (Neufert & Ernst, 2002)
			Rasio bukaan pada sisi barat yaitu 11% masih belum memenuhi standar	WWR terkait dengan bangunan tetangga 25% (Neufert & Ernst, 2002)

		Pembayang	Pada sisi timur, pembayang terlalu masif dan terdapat bukaan yang tidak dilengkapi dengan pembayang	Menggunakan <i>overhang</i> dengan panel vertikal sebagai antisipasi terhadap SBV yang rendah
			Pada sisi selatan, pembayang berupa kisi pada bidang vertikal terlalu rapat dan kurang tepat untuk diaplikasikan pada sisi selatan	Menggunakan tipe pembayang sirip vertikal sebagai antisipasi terhadap SBH yang rendah (Lechner, 2015)
		Material bukaan	Tingkat transparansi kaca terlalu rendah	Meningkatkan tingkat transparansi kaca pada bukaan terutama pada ruang-ruang yang tidak berada di lantai 1
R. Staff subbag. keuangan	Selubung bangunan	Bukaan	WFR hanya mencapai 14,8%	WFR sebesar 20% atau 1/5 (Neufert & Ernst, 2002)
		Pembayang	Pembayang tidak dapat mengakomodir kebutuhan penetrasi cahaya masuk ke dalam ruang secara optimal	Menggunakan <i>light shelf</i> atau bidang pemantul agar penetrasi cahaya alami ke dalam ruang dapat ditingkatkan.
		Material bukaan	Material bukaan tinted glass 20% mengakibatkan cahaya alami tereduksi secara sangat signifikan	Tingkat transparansi dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan privasi
	Ruang dalam	Tata ruang dalam	Sekat ruang kerja staff dengan ruang rapat berupa sekat masif mengakibatkan pencahayaan tidak dapat menerus	Sekat yang lebih transparan dengan tetap menjamin privasi setidaknya pada area ketinggian mata manusia
		Material	Material perabot berupa HPL motif kayu berwarna coklat gelap	Menggunakan material yang lebih terang
R. Staff tata bangunan	Selubung bangunan	Bukaan	WFR hanya mencapai 11%	WFR sebesar 20% atau 1/5 (Neufert & Ernst, 2002)
		Pembayang	Desain pembayang terlalu masif dengan tipe kombinasi <i>eggcrate</i> dengan panel vertikal	Menggunakan pembayang dengan tipe <i>overhang</i> dengan panel vertikal
		Material bukaan	Menggunakan <i>tinted glass</i> 20%	Menggunakan kaca yang lebih transparan karena privasi sudah terpenuhi melalui ketinggian ruang.

	Ruang dalam	Tata ruang dalam	Sekat ruang kepala sie dengan ruang staff menggunakan sekat masif	<i>Supervisor</i> harus mempunyai akses visual terhadap ruang kerja staff (De Chiara, 1980)
			Sekat <i>cubicle</i> dan sekat antar area berupa sekat masif	Menggunakan sekat yang lebih transparan sehingga distribusi cahaya lebih optimal
		Material	Warna material perabot mempunyai nilai pantulan 20%	Nilai reflektansi dapat ditingkatkan menjadi minimal 30%
R. Kerja kepala dinas	Selubung bangunan	Bukaan	WFR hanya mencapai 11,5%	WFR sebesar 20% atau 1/5 (Neufert & Ernst, 2002)
	Ruang dalam	Material	Material lantai memiliki nilai pantulan yang cukup rendah yaitu 11%	Warna lantai dapat diubah menjadi lebih terang dengan reflektansi minimal 30%
R. Rapat kepala dinas	Ruang dalam	- Material	Nilai pantulan material perabot utama cukup rendah yaitu 16%	Nilai reflektansi dapat ditingkatkan menjadi minimal 30%

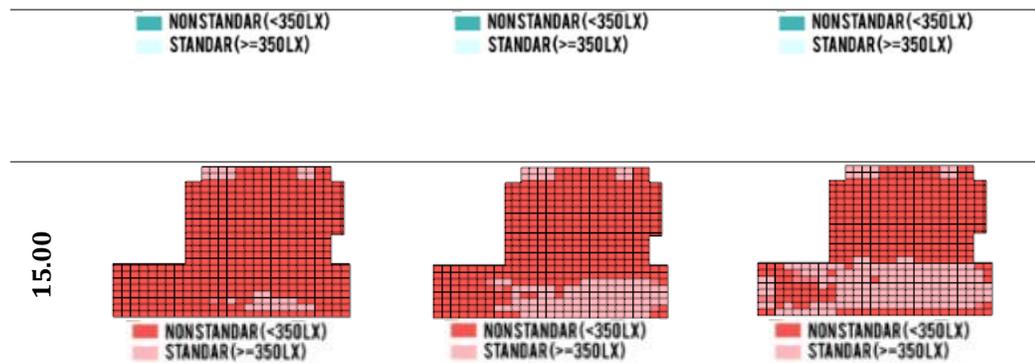
3.3 Analisis Rekomendasi Desain

Analisis pola perilaku dengan menganalisis kondisi eksisting dengan teori, lalu standar tersebut disandingkan dengan pola perilaku yang muncul pada anak lalu di Tarik sebuah kesimpulan.

3.3.1 Rekomendasi Pencahayaan Alami

Pada ruang kerja staff subbag. Keuangan, peluang penambahan WFR satu-satunya hanya melalui penggabungan antara ruang kerja staff dengan ruang rapat subbag. Keuangan. Dengan dilakukan penggabungan kedua ruangan tersebut, maka WFR menjadi 17,6%. Privasi ruang dipertahankan dengan memberi sekat yang tidak terlalu masif dengan menggunakan sekat kaca yang diberi stikersandblast pada ketinggian tertentu.

Tahap selanjutnya dilakukan penggantian jenis material bukaan dengan mengganti kaca tinted glass 20% 4 mm dengan jenis kaca planibel G yang memiliki tingkat *transmittance* cahaya lebih tinggi. Kemudian dilanjutkan dengan menambahkan light shelf. Light shelf pada ruang ini dipasang pada sisi dalam dan sisi luar pada area bukaan. Light shelf pada sisi luar berfungsi untuk membayangi bukaan yang ada di bawahnya sedangkan light shelf yang ada di sisi dalam berfungsi sebagai bidang pemantul.



Ruang staff tata bangunan memiliki WFR sebesar 11% maka rasio WFR perlu ditambah agar memenuhi standar. Penambahan luasan bukaan masih memungkinkan untuk dilakukan yaitu dengan menambah ukuran tinggi jendela sebesar 80 cm tanpa merubah ambang bawah jendela yaitu setinggi 90 cm.

Tahap selanjutnya dilakukan penggantian jenis material bukaan dengan mengganti kaca tinted glass 20% 4 mm dengan jenis kaca *sunergy* yang memiliki tingkat *transmittance* cahaya lebih tinggi. Dilanjutkan dengan tahap penggantian material perabot. Material kayu perabot pada kondisi eksisting menggunakan hpl kayu warna coklat gelap dengan nilai reflektansi 20% diganti dengan warna yang lebih terang dengan nilai reflektansi sekitar 30% agar sesuai dengan fungsi kantor (Dharmaprawira,).

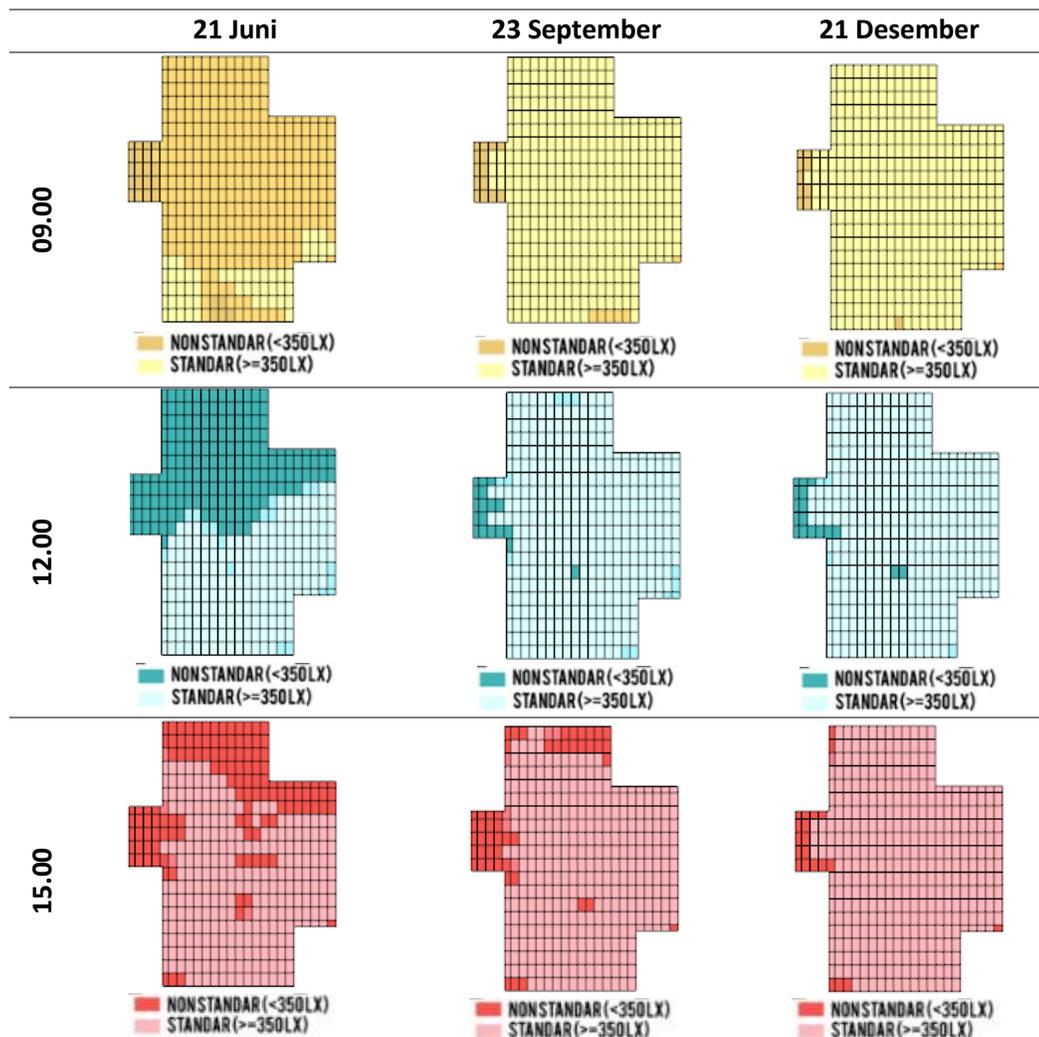
Ruang staff tata bangunan lantai 2 ini berbatasan secara langsung dengan 2 ruang kepala sie yang berada pada sisi timur yang berhubungan langsung dengan ruang luar. Dengan mengganti sekat ruangannya dengan material yang lebih transparan maka terdapat potensi untuk meningkatkan distribusi pencahayaan alami yang lebih merata. Terdapat dua tipe sekat yang diaplikasikan pada ruang staff tata bangunan ini, yaitu tipe A dan tipe B. Sekat tipe A adalah sekat yang sama dengan sekat kaca pada ruang staff keuangan, sedangkan tipe B adalah sekat ruang yang memiliki proporsi bidang masif lebih besar. Pengaplikasian kedua tipe sekat ruang ini didasarkan atas pertimbangan kebutuhan privasi.



Gambar 4. Rencana dan Detail Rekomendasi Penggantian Sekat Ruang Staff Tata Bangunan

Rekomendasi desain pada ruang ini memiliki performa paling optimal pada periode bulan desember dan bulan September. Rekomendasi ini memiliki potensi penghematan hampir mencapai 100% dengan penghematan rata-rata dalam satu tahun mencapai 78%.

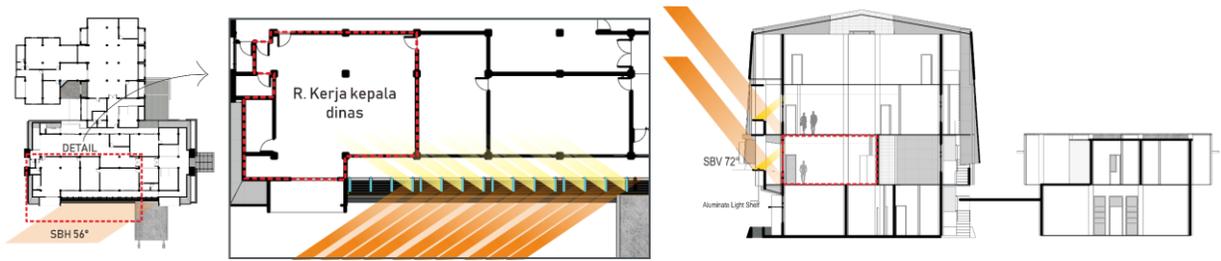
Tabel 4. Simulasi Area Standar Ruang Staff Tata Bangunan Hasil Rekomendasi pada Tanggal-Tanggal Kritis



Luas bukaan pada ruang sampel ke tiga yaitu ruang kerja kepala dinas belum memenuhi standar WFR. Maka perlu adanya penambahan bukaan di posisi yang berbeda karena pada bukaan eksisting sudah tidak dapat lagi ditambah luasannya. Penambahan ini membutuhkan bukaan seluas 5,3 m² dengan dimensi 1,28 m x 4,17 m untuk dapat mencapai standar. Bukaan ini nantinya akan ditempatkan dekat dengan sisi dinding samping dengan tujuan untuk menghindari efek silau (Lechner, 2015).

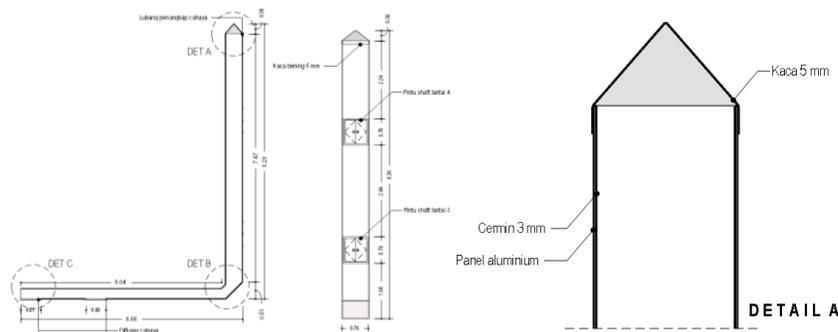
Ruang kerja kepala dinas menggunakan material karpet sebagai material penutup lantainya. Warna yang digunakan pada kondisi eksisting adalah warna merah gelap. Untuk meningkatkan tingkat reflektifitas agar distribusi pencahayaan menjadi lebih baik, maka warna karpet diubah menjadi warna yang lebih terang.

Tahap selanjutnya dilakukan penggantian jenis material bukaan dengan mengganti kaca tinted glass 20% 4 mm dengan jenis kaca *Planibel G* yang memiliki tingkat *transmittance* cahaya lebih tinggi. Tahapan yang ke-4 adalah menyesuaikan desain pembayang karena desain pembayang eksisting kurang tepat untuk diterapkan pada sisi selatan. Setelah dilakukan perhitungan analisa SBV dan SBH maka model pembayang *eggcrate* adalah tipe yang paling tepat.



Gambar 5. Rekomendasi Desain Pembayang pada Sisi Selatan Ruang Kepala Dinas

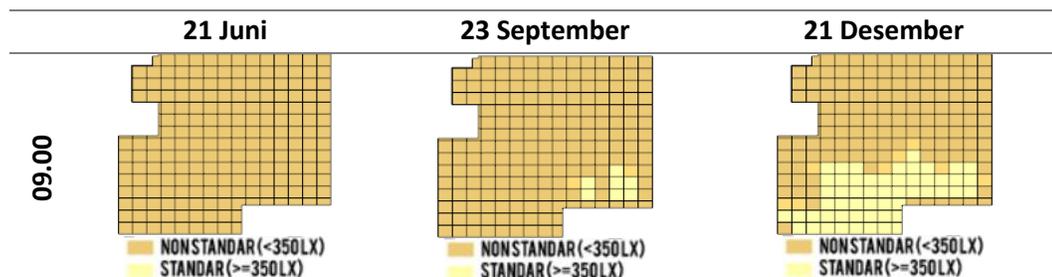
Tahapan yang terakhir adalah menambahkan shaft cahaya karena side lighting tidak cukup untuk menyinari sisi terdalam dari ruangan ini. Shaft cahaya diaplikasikan pada ruangan ini dengan saluran yang berbelok karena pada lantai teratas pada gedung ini berfungsi sebagai hall bebas kolom sehingga shaft cahaya yang menerus ke atas akan mengganggu fungsi ruang hall tersebut.

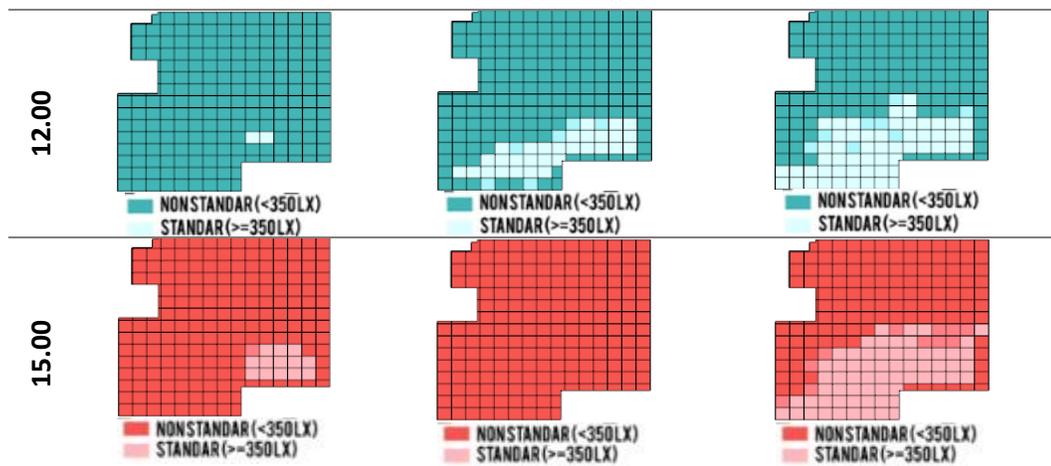


Gambar 6. Rencana dan Detail Shaft Cahaya pada Ruang Kerja Kepala Dinas

Rekomendasi desain pada ruang ini memiliki performa paling optimal pada periode bulan Desember dan bulan September. Rekomendasi ini memiliki potensi penghematan hampir mencapai 50% dengan penghematan rata-rata dalam satu tahun mencapai 20%.

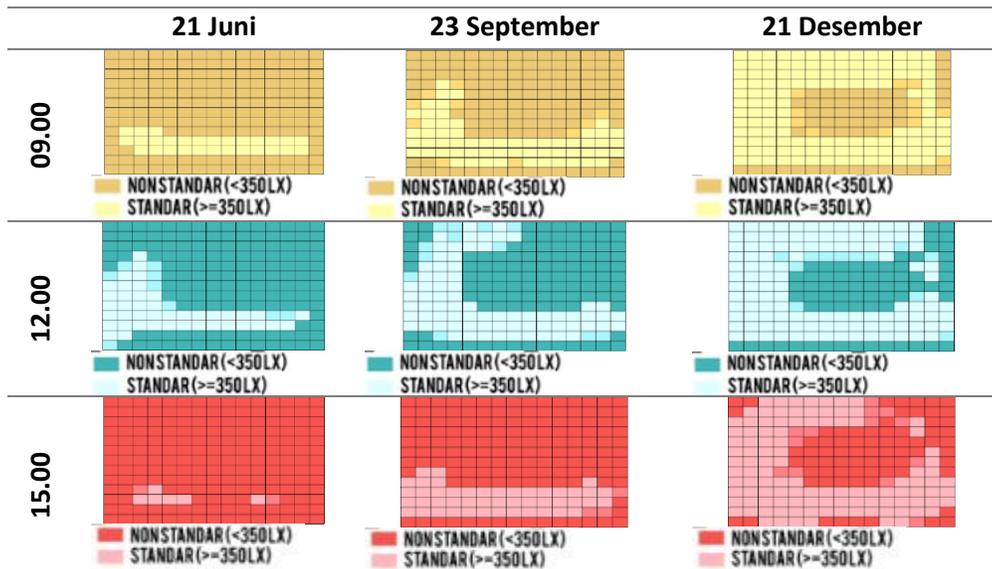
Tabel 5. Simulasi Area Standar Ruang Kerja Kepala Dinas Hasil Rekomendasi pada Tanggal-Tanggal Kritis





Rekomendasi desain tahap pertama pada ruang rapat kepala dinas adalah dengan menyesuaikan desain pembayang. Pembayang pada ruang ini sama dengan ruang kerja kepala dinas karena ruang ini bersebelahan pada sisi yang sama. Kemudian tahap selanjutnya adalah dengan mengganti warna material perabot utama dengan nilai reflektansi sesuai standar kantor yaitu 30%. Dilanjutkan dengan mengganti material bukaan dengan jenis yang sama dengan ruang kerja kepala dinas. Tahapan yang terakhir adalah dengan menambahkan shaft cahaya untuk mengakomodir pencahayaan di sisi ruang terdalam.

Tabel 6. Simulasi Area Standar Ruang Rapat Kepala Dinas Hasil Rekomendasi pada Tanggal-Tanggal Kritis



3.3.1 Rekomendasi Pencahayaan Buatan

Untuk menekan konsumsi energi pada aspek pencahayaan buatan dapat dilakukan lampu non LED dengan lampu LED. Lampu LED dapat menghemat konsumsi energi hingga 55%. Selanjutnya dilakukan otomatisasi sistem pencahayaan buatan dengan menggunakan

sensor cahaya ataupun sensor gerak pada ruang-ruang pendukung. Langkah ini dapat menghemat 30% energi.

3.4 Perhitungan IKE Akhir

Perhitungan IKE akhir dimulai dari perhitungan pada tahap rekomendasi sistem pencahayaan pasif. Kemudian dihitung berapa konsumsi daya pencahayaan per meter persegi yang kemudian diterapkan pada ruang-ruang sejenis. Nilai IKE akhir setelah seluruh rekomendasi diterapkan adalah 9,39 KWh/m²/tahun. Nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 0.42 KWh/m²/tahun.

4. Kesimpulan

Peningkatan area standar yang cukup signifikan terjadi pada ruang staff tata bangunan dengan peningkatan rata-rata dalam satu tahun adalah 78%. Hal tersebut terjadi karena ruang staff tata bangunan memiliki orientasi ruang yang memanjang utara selatan dengan bukaan menghadap sisi timur dan barat. Rekomendasi sistem pencahayaan aktif dilakukan dengan mengganti jenis lampu eksisting dengan lampu yang lebih hemat energi yaitu lampu LED dan menerapkan otomatisasi pada pencahayaan melalui sensor gerak dan cahaya. Kombinasi rekomendasi pada sistem pasif dan aktif dapat mengurangi konsumsi energi untuk sistem pencahayaan sebesar 62%. Kombinasi rekomendasi pada sistem aktif dan sistem pasif pencahayaan dapat menekan IKE gedung sebesar 0,42 KWh/m²/bulan. Jika dirupiahkan, penghematan biaya operasional yang didapat dalam satu tahun mencapai Rp 17.514.571,00 per tahun.

Daftar Pustaka

- Alvarez, F. C., Vaidyanathan, S., Hannah, B., & King, J. (2018). *The 2018 International Energy Efficiency Scorecard*. Washington: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). SNI 03-2396-2001 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami. Jakarta: BSN.
- Darmaprawira W. A., S. 2002. *Warna: teori dan kreativitas penggunaannya ed. ke-2*. Bandung: Penerbit ITB.
- Karyono, T. H. (2016). *Bangunan Hemat Energi: Strategi Penghematan Bangunan di Kawasan Sub Tropis dan Tropis Basah*. Seminar Bangunan Hemat Energi (p. 10). Serpong: Balai Besar Teknologi Energi.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2012). Permen ESDM No. 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2015). Permen PUPR RI No. 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau.
- Nurdiah, E. A., Dinapradipta, A., & Antaryama, I. N. (2007). *Pengaruh Lingkungan Penerangan Terhadap Kualitas Ruang pada Dua Tipe Ruang Kantor, Studi Kasus: Gedung Graha Pena*. Seminar Nasional Pascasarjana VII (p. 6). Surabaya: Jurusan Arsitektur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Szokolay, S. V. (2004). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. Burlington: Architectural Press.