

PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI UNTUK LAMPU ALAMI MENGGUNAKAN TOP LIGHTING DENGAN MATERIAL KACA PADA BANGUNAN RUMAH TOKO

Abdullah Yusuf Pulungan¹, Syofyan Anwar Syahputra²,
Muhammad Ikhwan Fahmi³, Muhammad Fadlan Siregar⁴

¹Politeknik Gihon, ²Akademi Teknik Deli Serdang, ³Universitas Prima Indonesia

⁴Universitas Medan Area

Email : anwar.sofyan99@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan energi matahari untuk pencahayaan alami di bangunan rumah toko (ruko) melalui implementasi sistem top lighting menggunakan material kaca 12 mm. bertujuan untuk menghemat konsumsi energi listrik yang signifikan di siang hari, terutama pada ruko yang seringkali minim bukaan. Pendekatan ini memanfaatkan prinsip refleksi cahaya melalui kaca, sesuai dengan Hukum Fresnel, untuk mendistribusikan cahaya matahari secara efektif ke dalam ruangan. Pengukuran tingkat pencahayaan alami dibandingkan dengan cahaya tambahan dilakukan sepanjang hari pagi, siang, dan sore dengan referensi standar SNI untuk pencahayaan yang optimal dan nyaman. Data menunjukkan bahwa di pagi hari, cahaya tambahan melengkapi cahaya alami yang rendah (190-200 Lux), sementara di siang hari (550-600 Lux), ketersediaan cahaya alami sangat tinggi, meskipun data cahaya tambahan (517-150 Lux) memerlukan klarifikasi. Di sore hari, cahaya tambahan digunakan untuk mempertahankan iluminasi seiring penurunan cahaya alami. Grafik intensitas cahaya lebih lanjut memvisualisasikan fluktuasi ini, termasuk puncak 517 Lux yang sesuai dengan pengukuran cahaya tambahan. Hasil penelitian ini menegaskan potensi top lighting kaca sebagai solusi efektif untuk mencapai efisiensi energi dan memenuhi standar pencahayaan di bangunan komersial.

Kata Kunci: Energi Matahari, Pencahayaan Alami, Top Lighting, Efisiensi Energi.

1. PENDAHULUAN

Sistem pencahayaan secara alami sumber utama yang digunakan adalah pencahayaan berasal dari sinar alami yaitu matahari. Sinar Matahari ini akan masuk ke dalam bagian bangunan dengan sisi ruang yang terbuka, seperti atap transparan, jendela, pintu, skylight, dll. Untuk pencahayaan alami ini memiliki banyak hal keuntungan, selain dalam utamanya masuk sistem cahaya dari sinar matahari untuk menerangi ruangan atau objek yang diinginkan, dan pencahayaan alami diperkirakan dapat menjadi bagian hemat listrik, pada standar SNI sistem pencahayaan alami pada siang hari dikatakan baik antara jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 dimana terdapat banyak cahaya yang masuk ke dalam ruangan, dan pantulan cahaya pada ruangan yang telah di rencanakan dan tidak menimbulkan menimbulkan silau yang mengganggu penglihatan.

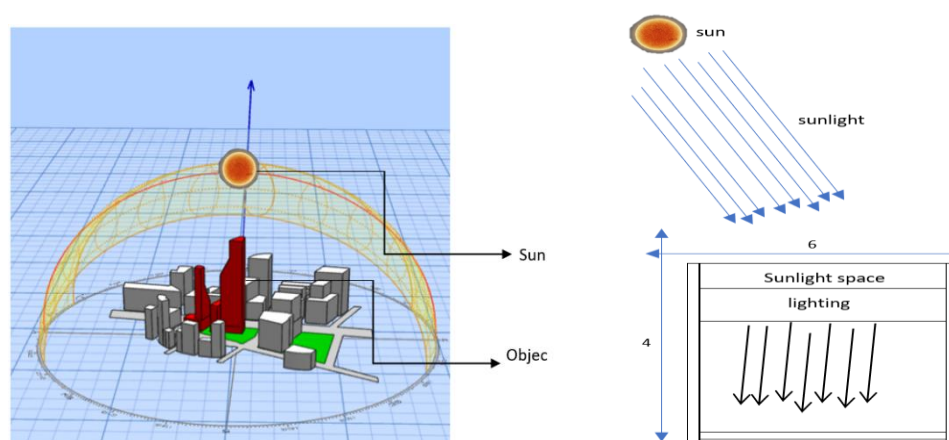
Untuk keberlanjutan pada penghematan energi maka pemanfaatan penerangan pada siang hari perlu yang memiliki perencanaan sistem penerangan alami dengan memanfaatkan cahaya matahari yang tidak habis, pada bangunan ruko tidak banyak terdapat ruang kosong hal ini dapat menambah pemanfaatan konsumsi listrik untuk penerangna selama 9 jam, hal ini dapat di lakukan dengan memanfaatkan top lighting dengan material kaca pada bagian sisi atap untuk sebagai ruang cahaya alami yang dapat dimanfaatkan untuk pemanfaatan menghemat energi listrik, pada pemanfaatan energi matahari arah dari

cahaya matahari yang dirancang pada penelitian ini adalah memanfaatkan sifat pantul (refleksi) kaca pada konstruksi dengan bentuk persegi, dikatakan pada hukum Fresnel, yaitu bagaimana menghitung rasio energi cahaya yang dipantulkan dan dibiaskan ketika cahaya mengenai batas antara dua medium dengan indeks bias berbeda. Dan Persamaan ini mempertimbangkan sudut datang cahaya dan indeks bias dari kedua medium. Persamaan Fresnel berlaku untuk cahaya yang merambat pada medium tanpa penyerapan. Potensi besar untuk mendapatkan pencahayaan yang sesuai untuk suatu ruang yang membutuhkan cahaya diperlukan sistem pencahayaan yang baik dan juga tidak menyilaukan sesuai SNI, dengan tingkat pencahayaan rata-rata untuk bangunan dan ruangan dibutuhkan pencahayaan berdasarkan fungsi ruang, untuk tingkat pencahayaan secara minimal yang di rekomendasikan sesuai dengan kebutuhan dan Standar SNI.

Kaca adalah material yang sangat menarik dalam interaksinya dengan cahaya, dan sifat-sifat ini menjadikannya pilihan yang sangat umum dalam berbagai penggunaan ruang, mulai dari jendela hingga tranparan ruang. Pada kaca sistem pantulan cahaya matahari kaca dapat menghantarkan cahaya pada ruang sesuai dengan waktu terbit matahari, pada penelitian sistem pencahayaan alami yang digunakan adalah sistem Top Lighting Dengan Material kaca dengan ketebalan 12 mm untuk mendapatkan hasil pencahayaan yang sesuai standart SNI.

2. METODE PENELITIAN

Metode pencahayaan alami di dalam ruangan ditentukan oleh tingkat pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama. Perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dan pencahayaan alami pada bidang datar di lapangan terbuka ditentukan pada hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya, Ukuran dan posisi lubang cahaya, Distribusi terang langit, dan Bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Simulasi Pencahayaan

Metode pemandu pencahayaan ini merupakan indeks bias medium pertama dan indeks medium kedua yang dapat digambarkan pada Hukum Fresnel, dikatakan bahwa fraksi pantul dan bias merupakan fungsi sudut datang, panjang gelombang, indeks bias bahan dielektrik pemantul, dan arah polarisasi. Karena itu jika fluks cahaya masuk F_i (lumen) mengalami n kali pantulan dengan faktor pantul R , maka fluks cahaya keluar F_o seperti pada persamaan 1.

$$F_o = R^n . F_i \quad \dots\dots\dots 1$$

Bidang cahaya masuk dipasang kubah kaca transparan dengan faktor transmisi T_d , pada ujung permukaan keluar cahaya dipasang kaca datar difus dengan faktor transmisi T_k , maka fluks cahaya keluar adalah :

$$F_o = T_d . T_k . R^n . F_i$$

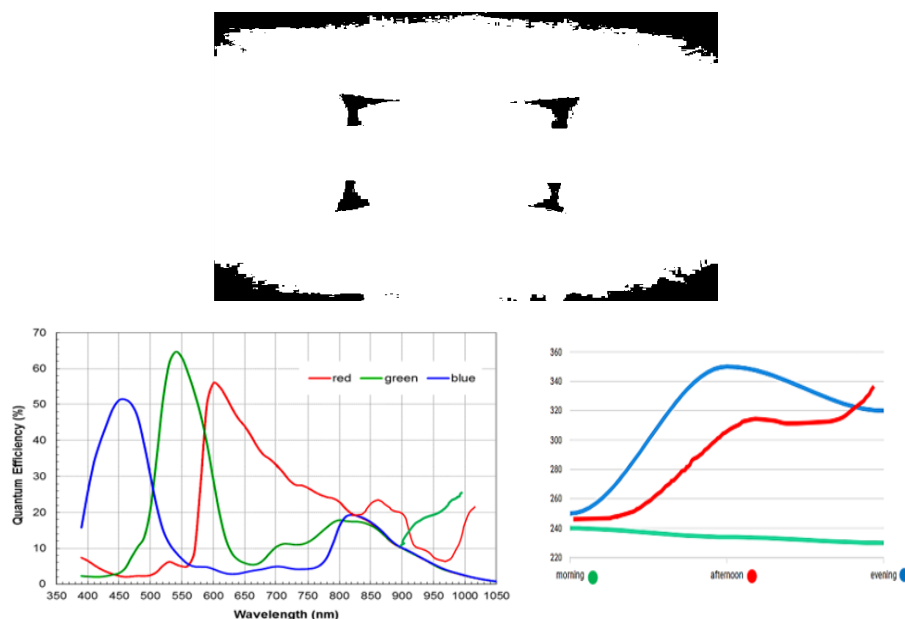
Atau

$$F_o = T_m F_i \quad \dots\dots\dots 2$$

Faktor transmisi merupakan fungsi panjang lintasan, karena itu parameter transmisi kurang dapat merepresentasikan peredaman cahaya per satuan panjang lintasan. Untuk itu digunakan parameter lain, yaitu atenuasi cahaya. Atenuasi cahaya (α) yang melintasi perangkat pemandu cahaya dengan panjang lintasan L , dinyatakan.

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \left(\frac{F_i}{F_o} \right) \quad \dots\dots\dots 3$$

Atenuasi ini dinyatakan dalam dB/m. Dengan mengukur kuat pencahayaan bidang cahaya masuk E_i dan bidang cahaya keluar E_o , Pemodelan analisis nilai pencahayaan dan menggambarkan bagaimana tiga entitas atau metrik yang berbeda berperilaku sepanjang hari. Garis biru dan merah menunjukkan peningkatan nilai yang signifikan di siang hari, meskipun dengan pola yang berbeda biru lebih puncaknya di siang, merah terus naik sampai malam. Sebaliknya, garis hijau menunjukkan tren penurunan yang sangat landai.

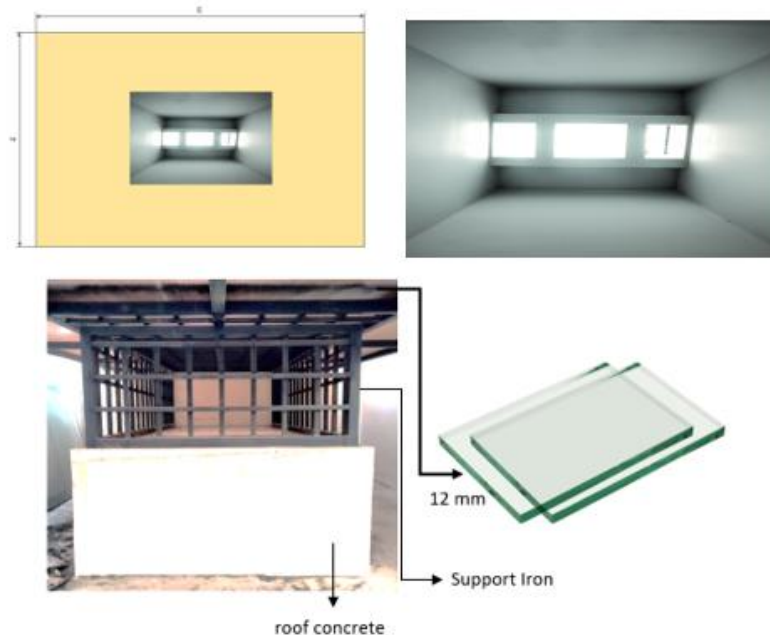


Gambar 2. Pemodelan analisis cahaya pada matrik yang berbeda

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Top lighting pencahayaan alami yang memfokuskan kepada pemanfaatn bukaan di atap atau langit-langit bangunan untuk bangunan dengan denah lantai yang luas seperti rumah toko (ruko) yang sering berdempetan. Dengan memanfaatkan cahaya dari atas, area tengah dan belakang ruangan yang biasanya gelap

bisa diterangi, mengurangi kebutuhan akan lampu listrik di siang hari. Metode ini menggunakan digunakan untuk menyalurkan cahaya matahari dari atap ke bagian dalam bangunan, memastikan area yang tersembunyi pun bisa menikmati cahaya alami dengan pantulaan seperti pada gambar 2.



Gambar 3. Pemodelan Pencahayaan Alami

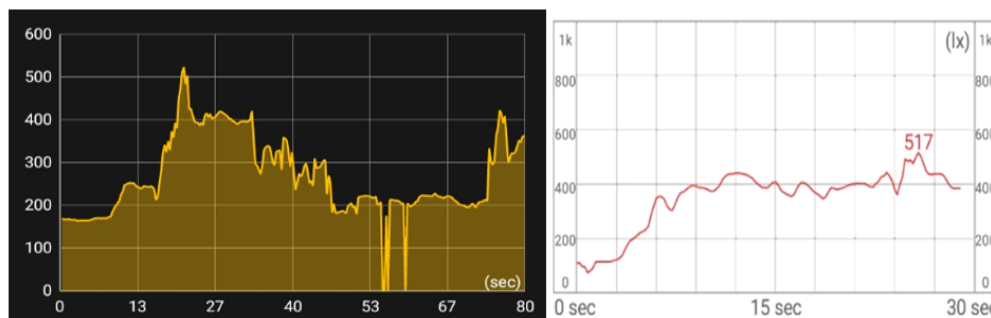
Data pencahayaan ini menunjukkan variasi tingkat cahaya alami (Lux) sepanjang hari dan bagaimana cahaya tambahan (bantuan) digunakan untuk melengkapinya. Di pagi hari, cahaya alami relatif rendah (190-200 Lux) dan cahaya tambahan (170-190 Lux) digunakan untuk meningkatkan iluminasi. Siang hari adalah puncak cahaya alami (550-600 Lux), namun data cahaya tambahan (517-150 Lux) menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang perlu diklarifikasi, kemungkinan besar ada kesalahan penulisan atau pengurangan cahaya buatan saat cahaya alami melimpah. Menjelang sore hari, cahaya alami mulai menurun (400-450 Lux), dan cahaya tambahan (390-400 Lux) dipertahankan untuk menjaga kenyamanan visual. Informasi bahan kaca 12 mm menjelaskan ketebalan kaca di lingkungan pengukuran, yang secara tidak langsung memengaruhi transmisi cahaya. Secara keseluruhan, data ini menggambarkan interaksi dinamis antara pencahayaan alami dan buatan untuk mencapai kondisi pencahayaan yang diinginkan seperti tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran cahaya ruang

No	Keterangan	Alami (Lux)	Bantuan (Lux)
1	Pagi Hari	190-200	170-190
2	Siang Hari	550-600	517-150
3	Sore Hari	400-450	390-400
4	Bahan kaca	12 mm	12 mm

Pada grafik data intensitas cahaya (dalam Lux) yang diukur sepanjang waktu, kemungkinan besar merepresentasikan fluktuasi pencahayaan di suatu lokasi. Grafik pertama (kiri, kuning) menunjukkan durasi pengukuran yang lebih panjang, puncaknya

mendekati 500 Lux, serta adanya penurunan tajam sesaat yang mungkin mengindikasikan gangguan cahaya atau bayangan. intensitas cahaya selama sekitar 30 detik, dimulai dari sekitar 100 Lux dan menunjukkan peningkatan bertahap, mengindikasikan bahwa grafik ini mungkin menggambarkan perilaku cahaya tambahan pada periode tersebut. Kedua grafik ini bersama-sama memberikan visualisasi bagaimana tingkat pencahayaan berubah dari waktu ke waktu, baik secara alami maupun dengan intervensi pencahayaan buatan seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengukuran cahaya ruang

4. KESIMPULAN

Optimalisasi penggunaan energi matahari untuk pencahayaan alami pada bangunan rumah toko (ruko) dengan menerapkan sistem top lighting menggunakan material kaca setebal 12 mm. untuk mengurangi konsumsi listrik yang tinggi pada ruko akibat keterbatasan bukaan alami, terutama di siang hari, solusi inovatif dengan memanfaatkan prinsip pantulan cahaya (refleksi) pada kaca, yang dijelaskan melalui Hukum Fresnel, untuk memastikan distribusi cahaya yang efisien dan optimal di dalam ruangan. Pentingnya standar pencahayaan yang nyaman dan sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia), yang merekomendasikan pencahayaan baik antara pukul 08.00 hingga 16.00 WIB tanpa silau, menjadi landasan utama dalam perancangan sistem ini.

Pengukuran dan perbandingan tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan dengan kondisi di lapangan terbuka, mempertimbangkan berbagai faktor seperti geometri bukaan dan distribusi cahaya langit. secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa integrasi *top lighting* dengan kaca bukan hanya dapat memenuhi kebutuhan pencahayaan sesuai standar, tetapi juga secara signifikan berkontribusi pada penghematan energi listrik, menjadikannya solusi yang berkelanjutan dan efisien untuk bangunan komersial seperti ruko.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi K, Yudha A, M Rahma, Arifin D (2016). Kenyamanan Visual ditinjau dari Orientasi Massa Bangunan dan Pengolahan Fasad Apartemen Gateway, Bandung. *Jurnal Reka Karsa*, 4(1).
- [2] Ellizar, E. (2018). Implementasi Teori Pencahayaan, Termal Dan Kebisingan Terhadap Kenyamanan Ruang Ibadah Pada Masjid Al Safar Di Rest Area Km. 88 Purwakarta. *Jurnal Ilmiah Arjouna*, 2(2), 27-33.
- [3] Hari W, Edy M (2017). Analisis Pencahayaan Terhadap Kenyamanan Visual Pada Pengguna Kantor. *Jurnal Vitruvian*, 6(2), 10-15. 65-70

- [4] Thojib, J., & Satya Adhitama, M. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami Pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang). *Jurnal RUAS*, 11(2), 10-15.
- [5] Amin, N. (2011). Pencahayaan Optimasi Dengan Sistem Memanfaatkan Cahaya Alami (Studi Kasus Lab. Elektronika Dan Mikroprosesor Untad). *Jurnal Ilmiah Foristek*, 1(1), 43-50.
- [6] Aulia, FM, Hanson, EK (2016). Persepsi Kriteria Kenyamanan Rumah Tinggal. *Prosiding temu ilmiah IPLBI*, 11(2), 10-15.
- [7] Avesta, R., Putri, A. D., Hanifah, R. A., Hidayat, N. A., & Dunggio, D. (2017). Strategi Desain Bukaam Terhadap Pencahayaan Alami Untuk Menunjang Konsep Bangunan Hemat Energi Pada Rusunawa Jatinegara Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(2), 124-135.
- [8] Muhammad Fadlan Siregar, dkk (2023) “Pemanfaatan Energi Matahari Menjadi Energi Listrik Kapasitas 1300 Watt Untuk Beban Rumah Tangga Di Kota Medan”, *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK) ISSN : 2987-6818*