

Optimalisasi Pencahayaan Alami sebagai Penerapan Konsep *Passive Design* pada Rumah Susun Kelas Menengah

Fayyadh Azmi Muhammad^{1*}, Agus S Sadana²

^{1,2} Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Peningkatan konsumsi energi di sektor bangunan vertikal, yang menjadi kontributor signifikan emisi CO₂ global, menuntut penerapan solusi desain yang lebih bertanggung jawab dan efisien. Dalam konteks iklim tropis Indonesia, beban operasional didominasi oleh sistem pendinginan dan pencahayaan buatan. Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi optimalisasi pencahayaan alami sebagai penerapan konsep *Passive Design* pada Rumah Susun Kelas Menengah guna mendukung efisiensi energi. Metode yang digunakan adalah kombinasi Kajian Literatur dan Pendekatan Desain Konseptual. Kajian literatur berfokus pada analisis sistematis prinsip arsitektur tropis, standar pencahayaan (misalnya 120–250 lux), serta parameter teknis seperti *Window-to-Wall Ratio* (WWR) dan kontrol silau (*glare*). Hasil sintesis menunjukkan bahwa desain fasad yang tidak terintegrasi secara pasif sering kali menyebabkan *over-illumination* dan ketidaknyamanan visual, yang berujung pada penggunaan tirai dan lampu buatan yang tidak efisien. Berdasarkan hasil kajian, rekomendasi desain teoretis yang dirumuskan mencakup orientasi bangunan yang tepat (Utara–Selatan), serta penentuan dimensi bukaan dan penggunaan elemen peneduh (*shading device*) yang strategis. Implementasi prinsip desain pasif yang terfokus pada elemen fasad ini sangat krusial untuk menekan beban energi operasional, menciptakan lingkungan yang nyaman, dan mencapai tujuan bangunan hemat energi.

Kata kunci—*Optimalisasi; Pencahayaan Alami; Passive Design; Rumah Susun; Efisiensi Energi.*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, yang secara langsung berhubungan dengan meningkatnya penggunaan energi di berbagai sektor. Secara global, sektor bangunan teridentifikasi sebagai kontributor besar, menyumbang sekitar 40% dari total konsumsi energi dan 30% dari emisi gas karbondioksida [1]. Tingginya konsumsi energi ini menimbulkan urgensi, terutama mengingat komitmen Indonesia untuk berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca [1].

Dalam siklus hidup bangunan, fase operasional merupakan fase terpanjang dan mengonsumsi energi terbesar, mencapai sekitar 45% dari keseluruhan energi bangunan. Di sektor hunian vertikal (rumah susun), energi operasional didominasi oleh beban pendinginan (*Heating, Ventilation, and Air-Conditioning* atau *HVAC*) [1]. Ketergantungan berlebihan pada sistem pendingin buatan ini, terutama di negara beriklim tropis seperti Indonesia, menghasilkan konsumsi listrik yang tinggi dan juga berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan bagi penghuni [2]. Keluhan mengenai biaya tagihan listrik yang mahal pada hunian vertikal menjadi indikasi perlunya perencanaan yang lebih matang.

Salah satu solusi yang paling efektif untuk menekan konsumsi energi pada bangunan, khususnya untuk mengurangi beban pendinginan, adalah melalui penerapan Strategi Desain Pasif [2]. Desain pasif memanfaatkan kondisi lingkungan alami, seperti matahari dan angin, untuk mencapai kenyamanan termal dan visual tanpa bergantung pada sistem mekanis tambahan [3]. Dalam konteks iklim tropis, penerapan strategi desain pasif dapat menurunkan energi operasional dan menghindari kenaikan suhu panas yang signifikan.

Penelitian ini berfokus pada salah satu komponen kunci dari desain pasif, yaitu Optimalisasi Pencahayaan Alami. Pencahayaan alami yang optimal melalui desain bukaan yang tepat sangat penting untuk menunjang

* Corresponding author: 4122210046@univpancasila.ac.id

konsep bangunan hemat energi dan sesuai dengan standar kenyamanan visual. Namun, perancangan bukaan yang tidak tepat, terutama pada hunian vertikal di mana tingkat iluminasi cenderung lebih tinggi di lantai atas dapat menyebabkan silau yang tinggi [4]. Kondisi ini ironisnya justru mendorong penghuni untuk menutup bukaan dan beralih kembali ke pencahayaan buatan, yang mengakibatkan pemborosan energi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi desain pasif yang paling optimal dalam aspek pencahayaan alami sebagai upaya nyata untuk mengurangi beban energi pendinginan pada Rumah Susun Kelas Menengah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan kombinasi Kajian Literatur dan Pendekatan Desain Konseptual. Kedua pendekatan ini saling melengkapi untuk merumuskan strategi optimalisasi pencahayaan alami sebagai solusi desain pasif pada Rumah Susun Kelas Menengah.

Kajian difokuskan pada pengumpulan dan analisis informasi secara sistematis dari berbagai sumber akademis. Sumber data yang dikaji meliputi jurnal ilmiah, buku teks arsitektur dan fisika bangunan, serta standar teknis yang relevan (seperti Standar Nasional Indonesia atau pedoman desain internasional) yang membahas arsitektur tropis lembab, efisiensi energi, dan kinerja pencahayaan alami. Melalui proses ini, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip desain pasif, merumuskan indikator keberhasilan kinerja energi, dan menetapkan parameter teknis yang ideal, seperti rasio bukaan terhadap dinding (*Window-to-Wall Ratio* atau WWR) atau kriteria kontrol silau (*glare*).

Selanjutnya, Pendekatan Desain Konseptual digunakan untuk menjembatani teori dan praktik perancangan. Pendekatan ini memungkinkan untuk melakukan sintesis dari data yang dikumpulkan dalam kajian literatur, mengidentifikasi potensi masalah desain yang dapat timbul. Berdasarkan sintesis ini, langkah akhir dari metode ini adalah perumusan seperangkat prinsip dan rekomendasi desain fasad yang bersifat teoretis. Rekomendasi yang dihasilkan akan terjustifikasi sepenuhnya oleh landasan ilmiah dan bertujuan untuk menciptakan kenyamanan visual serta mendukung efisiensi energi bangunan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Landasan Teori dan Kriteria Passive Design

Passive Design merupakan pendekatan arsitektur yang memanfaatkan kondisi lingkungan alami, seperti matahari dan angin, untuk menciptakan kenyamanan termal tanpa bergantung pada sistem mekanis tambahan. Penerapan desain ini sangat penting mengingat isu perubahan iklim global, di mana sektor bangunan memiliki kontribusi signifikan terhadap masalah energi dan lingkungan. Konservasi energi melalui desain pasif adalah solusi untuk menghindari penggunaan alat penghawaan buatan (AC) yang berlebihan, yang menghasilkan gas berbahaya dan memperburuk pemanasan global. Tujuan utama Passive Design dalam konteks ini adalah meningkatkan efisiensi energi serta menciptakan kinerja termal dan visual bangunan yang optimal [2].

1) Kriteria Pencahayaan Alami Optimal

Kinerja pencahayaan alami harus memenuhi ketentuan standar dan kriteria kenyamanan visual. Standar Iluminasi (Lux): Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), tingkat pencahayaan rata-rata minimal yang direkomendasikan untuk ruang hunian berbeda-beda, yaitu [5]:

- a) Ruang Tamu: 150 Lux.
- b) Kamar Tidur: 250 Lux.
- c) Ruang Makan, Dapur, dan Kamar Mandi: 250 Lux.

Glare dan Konservasi Energi: Penggunaan cahaya alami di siang hari harus dimanfaatkan sebaik-baiknya sebagai alternatif untuk mengurangi energi listrik. Namun, radiasi yang ditimbulkan oleh cahaya matahari langsung harus diminimalkan untuk menghindari peningkatan temperatur ruang. Kondisi di mana mata tidak mampu lagi menerima intensitas cahaya berlebih disebut silau (*glare*) [2]. Jika pencahayaan alami yang masuk berlebihan, hal ini menyebabkan ketidaknyamanan visual, yang berpotensi menyebabkan penghuni beralih ke pencahayaan buatan, sehingga memicu inefisiensi energi.

2) Parameter Desain Fasad

Rasio bukaan (*Window-to-Wall Ratio* atau WWR) merupakan salah satu faktor dominan yang memengaruhi efisiensi. WWR adalah rasio antara luas jendela terhadap luas dinding luar suatu bangunan. Penelitian di iklim tropis menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif antara peningkatan WWR dengan peningkatan jam ketidaknyamanan termal (*discomfort hours*). Untuk mencapai kenyamanan termal tertinggi dan meminimalkan perolehan panas, WWR sebesar 20% adalah yang direkomendasikan. Apabila WWR ditingkatkan menjadi 40%, jam ketidaknyamanan dapat meningkat hingga lebih dari 20% [6]. Oleh karena itu, pembatasan WWR pada fasad sangat penting untuk menjaga kinerja termal hunian.

Selain WWR, orientasi bangunan juga memegang peran krusial karena memengaruhi penerimaan radiasi matahari. Secara teoretis, orientasi yang ideal di iklim tropis adalah yang memanjang ke arah Utara–Selatan, dengan bukaan bangunan mengarah ke Utara dan Selatan. Meskipun demikian, terdapat hasil simulasi yang menunjukkan bahwa orientasi memanjang Timur–Barat atau diputar 85° dari Utara menghasilkan nilai *peak loads* (beban pendinginan) yang lebih rendah dibandingkan orientasi yang memanjang Utara–Selatan [7]. Perbedaan ini menggarisbawahi bahwa strategi optimal adalah dengan memilih orientasi yang secara konsisten meminimalkan paparan radiasi matahari langsung secara berlebih di sepanjang tahun, karena radiasi ini merupakan kontributor terbesar beban pendinginan.

b. Konteks dan Tantangan Desain Fasad Rusun Kelas Menengah

Rumah Susun (*Rusun*) merupakan hunian vertikal yang menjadi solusi utama pemerintah di Indonesia untuk mengatasi keterbatasan lahan di perkotaan dengan kepadatan tinggi [1]. Berdasarkan pasar dan sasaran pengembangannya, Rusun dapat dibagi menjadi dua kategori umum: Rusun Umum (*Rusunawa/Rusunami*) yang ditujukan untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR), dan Rusun Komersial (*Apartemen*) yang menyasar kelas menengah ke atas. Rusun yang menjadi fokus penelitian ini adalah Rusun Kelas Menengah, yang mencakup Rusun Umum dan Komersial di segmen biaya rendah hingga menengah. Karakteristik utama dari Rusun di segmen ini adalah keterbatasan biaya konstruksi, yang seringkali berimplikasi pada:

- a) **Tipologi Bangunan:** Cenderung menggunakan tipe *double loaded corridor* (koridor ganda), di mana unit hunian hanya memiliki bukaan pada satu sisi (fasad luar) dan dinding di sisi lain berbatasan langsung dengan koridor sirkulasi [4].
- b) **Keterbatasan Material:** Penggunaan material yang lebih ekonomis, termasuk kaca yang tidak dilapisi (*non-coated glass*), serta minimnya penggunaan *shading device* (peneduh) permanen yang mahal [1].

Karakteristik biaya rendah inilah yang menjadi latar belakang krusial mengapa strategi desain fasad yang efektif namun sederhana harus dirumuskan.

3) Tantangan Desain Fasad pada Rusun Kelas Menengah

Konsekuensi dari karakteristik desain Rusun Kelas Menengah menimbulkan tantangan serius dalam optimalisasi pencahayaan alami dan efisiensi energi, terutama di iklim tropis:

- a) **Dominasi Masalah Glare dan Over-illumination:** Karena tipe Rusun umumnya hanya memiliki bukaan satu sisi (fasad luar), bukaan tersebut menjadi satu-satunya sumber cahaya. Penelitian pada Rusunawa Jatinegara Barat menunjukkan bahwa tingkat iluminasi meningkat seiring dengan kenaikan level lantai, yang menyebabkan tingkat iluminasi melebihi standar (di atas 250 Lux). Kondisi ini secara langsung memicu silau (*glare*) dan ketidaknyamanan visual [4].
- b) **Solusi Konvensional yang Inefisien:** Sebagai respons terhadap *glare*, penghuni Rusun cenderung menutup atau menghalangi jendela secara konvensional (misalnya, menggunakan tirai atau penutup sederhana). Hal ini ironis, karena meskipun cahaya alami tersedia, ruangan menjadi gelap, memaksa penghuni menyalakan pencahayaan buatan di siang hari, sehingga menggugurkan upaya konservasi energi [4].

- c) **WWR yang Tidak Terkontrol dan Beban Termal Tinggi:** Meskipun studi teoretis merekomendasikan WWR sekitar **20%** untuk kinerja termal optimal, Rusun eksisting seringkali mengadopsi bukaan jendela yang besar untuk memaksimalkan pandangan atau pencahayaan. Kombinasi WWR yang besar, minimnya *shading* permanen, dan kaca biasa (non-Low-E) menyebabkan perolehan panas matahari yang tinggi (*solar heat gain*), yang secara langsung meningkatkan beban pendinginan dan konsumsi energi di fase operasional bangunan [1].

Oleh karena itu, tantangan desain fasad pada Rusun Kelas Menengah adalah menemukan solusi yang secara efektif dapat mengontrol intensitas cahaya (mencegah *glare*) tanpa perlu menutup bukaan, sekaligus meminimalkan perolehan panas melalui strategi pasif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Rahmadyani, “Strategi Desain Pasif Terhadap Penurunan Energi Beban Pendinginan Pada Hunian Vertikal Studi Kasus: Rumah Susun Umum Dan Komersial Di Kota Bandung,” 2020.
- [2] H. Permadi *et al.*, “Implementasi Konsep Arsitektur Pasif Pada Bangunan di Negara Tropis Dalam Rangka Mengendalikan Kerusakan Lingkungan,” vol. 12, no. 3, pp. 33–44, 2024.
- [3] S. T. Ferry Firmawan, Ph.D.; Prof. Usep Surahman; Fahrudin Ahmad, M.Si.; Lala Anggraini, M.T.; Fadhila Khoirunissa R, S.T.; Aimmatul Husna, *Efisiensi Energi pada Bangunan Gedung Hijau: Panduan Perhitungan dan Implementasi*. 2025.
- [4] R. Avesta *et al.*, “Strategi Desain Bukaan terhadap Pencahayaan Alami untuk Menunjang Konsep Bangunan Hemat Energi pada Rusunawa Jatinegara Barat,” vol. I, no. 2, pp. 124–135, 2017.
- [5] B. S. Nasional, “SNI 6197:2011 – Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan,” Jakarta, 2011.
- [6] S. Pathirana, A. Rodrigo, and R. Halwatura, “Effect of building shape , orientation , window to wall ratios and zones on energy efficiency and thermal comfort of naturally ventilated houses in tropical climate,” *Int. J. Energy Environ. Eng.*, no. 0123456789, 2019, doi: 10.1007/s40095-018-0295-3.
- [7] N. A. Pangarsa and H. Subiyantoro, “Kajian Optimasi Orientasi Bangunan Untuk Penurunan Termal Bangunan (Studi Kasus : The Tiing Hotel Resort di Bali),” vol. 5, pp. 101–110, 2021.