

## Peran Dan Peluang Selubung Bangunan Dalam Efisiensi Energi Pada Bangunan Hijau

Dyah Hendrawati<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Doktor Ilmu Arsitektur dan Perkotaan, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

<sup>1</sup>Surel: dhendrawati@uii.ac.id

**ABSTRAK:** Pembangunan yang berkelanjutan saat ini sangat diperhatikan di Indonesia, salah satunya dengan Peraturan Pemerintah terkait bangunan hijau. Di dunia ada banyak sekali tools terkait pemeringkatan bangunan hijau, yang sangat berhubungan dengan desain arsitektur. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat posisi, peran dan peluang selubung bangunan dalam upaya untuk tercapainya bangunan hijau khususnya untuk tercapainya efisiensi energi pada bangunan. Metode yang digunakan adalah dengan metode deskriptif, dengan membandingkan rating tools yang ada di dunia khususnya di Indonesia. Variabel yang dilihat adalah terkait bangunan dan Selubung Bangunan atau selubung bangunan. Dari penelitian ini didapatkan bahwa kriteria untuk bangunan hijau mengalami perkembangan, dan kriteria untuk energi (efisiensi dan konservasi) menjadi kriteria yang mempunyai prosentase yang paling besar dibandingkan dengan kriteria yang lain. Peran selubung bangunan sangat penting dalam penurunan konsumsi energi bangunan. Tren Desain selubung bangunan saat ini masih banyak yang mengandalkan pada kaca sebagai selubung tetapi belum mengeksplorasi pada elemen selubung yang lainnya. Maka masih sangat luas peluang untuk para arsitek untuk mampu menghasilkan desain selubung yang estetis sesuai dengan kondisi iklim tropis namun tetap efisien untuk konsumsi energi.

**Kata kunci:** green building, efisiensi energi, selubung bangunan, kriteria

### PENDAHULUAN

Pembangunan berkelanjutan di Indonesia mengacu pada Peraturan Presiden No. 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan adalah suatu proses pembangunan yang mengoptimalkan manfaat dari sumber daya alam serta sumber daya manusia, dengan menyerasikan sumber alam dengan manusia dalam pembangunan. Prinsip utama pembangunan berkelanjutan ialah mempertahankan kualitas hidup bagi seluruh manusia pada masa sekarang dan pada masa depan secara berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan dilaksanakan dengan prinsip kesejahteraan ekonomi, keadilan sosial, dan pelestarian lingkungan (Perpres no. 59, 2017).



Gambar 1. 17 indikator SDGs

Sumber: <https://sdgs.bappenas.go.id/perpres-no-59-tahun-2017>

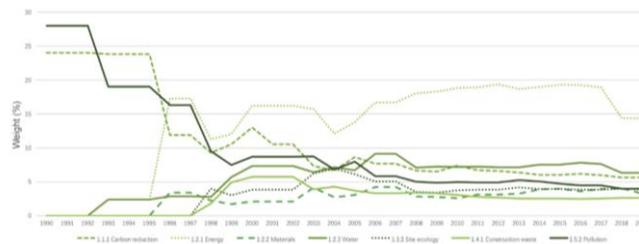
Tujuan ketercapaian Sustainable Development Goals (SDGs) ada 17 indikator. Salah satunya adalah Sustainable Cities and Communities, yang sangat berkaitan dengan bangunan. Bangunan hijau (green building) memiliki hubungan yang erat, karena green

building dapat membantu mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan yang diatur dalam SDGs. Dalam rangka mendukung pembangunan berkelanjutan, pemerintah Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. Penilaian terkait kinerja untuk bangunan hijau sudah sangat umum dilakukan di dunia, saat ini kurang lebih ada 600 green building rating tool di dunia atau alat untuk penilaian bangunan berkelanjutan (McCreadie, 2006) Beberapa sertifikasi bangunan hijau yang ada di dunia adalah: BREEAM, Green Globes, LEED, Greenmark, Energi star, dan untuk di Indonesia sendiri yang saat ini banyak digunakan adalah GBCI (Green Building Council Indonesia) dan EDGE. Setiap alat penilaian bangunan hijau mempunyai kriteria dan prosentase nilai yang berbeda-beda.

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat posisi, peran dan peluang Selubung Bangunan dalam upaya untuk tercapainya bangunan hijau khususnya untuk tercapainya efisiensi energi pada bangunan, dengan melihat berbagai alat penilaian yang ada di dunia. Penelitian ini akan berfokus pada kriteria energi bangunan dan cara pencapaiannya.

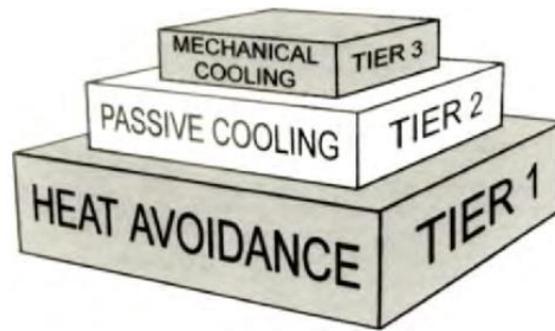
### STUDI PUSTAKA

Instrumen untuk menilai bangunan berkelanjutan atau bangunan hijau dari tahun ketahun mengalami perkembangan. Tiga aspek utama dalam menilai bangunan hijau yang terus dikembangkan yaitu lingkungan hidup, sosial dan keberlanjutan ekonomi. Hasil penelitian pada 10 Green Building Rating Tools (GBRT) yang ada didunia, tren tiga tahun terakhir menunjukkan bobot kategori lingkungan terus mengalami penurunan, peningkatan besar pada kategori sosial dan sedikit peningkatan pada bobot kategori ekonomi. Hasil ini didapatkan dari tiga tingkatan analisis yaitu kategori, sub kategori dan kriteria (Baohua Wen, 2020). Penelitian pada rentang tahun 1990 - 2019 pada instrumen penilaian bangunan berkelanjutan menunjukkan adanya 7 kriteria, yaitu carbon reduction, energi, material, water, site ecology, construction waste dan pollution.



Gambar 2. Grafik Perkembangan kriteria bangunan hijau di dunia  
Sumber: Baohua Wen, Nurmaya Musa (2020).

Merancang sebuah bangunan dengan tujuan pencapaian kenyamanan orang dalam bangunan sangat penting. Pencapaian kenyamanan khususnya secara termal dapat dilakukan dengan 3 pendekatan desain. Pendekatan desain secara pasif dan aktif (Gambar 3), untuk daerah tropis seperti di Indonesia adalah untuk pendinginan. Pencapaian ruang yang nyaman akan sangat berpengaruh pada konsumsi energi pada bangunan. Melalui tahapan dalam pendekatan desain untuk bangunan yang berkelanjutan/ green building ini yang dilakukan secara bertahap, maka kreatifitas desain untuk pasif bisa dimaksimalkan dan akan didukung dengan desain aktif.



Gambar 3. Pendinginan berkelanjutan tercapai dengan pendekatan desain tiga tingkat  
 Sumber: Heating, Cooling, Lighting. Lechner, 2015

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif eksplanatif mengenai peran dan peluang Selubung Bangunan dalam efisiensi energi pada bangunan hijau. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan pencarian data primer dan sekunder. Teknik pencarian data primer pada penelitian ini yaitu melakukan observasi pada bangunan yang tersertifikasi bangunan hijau, dengan melihat kriteria energi serta peran elemen selubung bangunan dalam pencapaiannya. Pengumpulan data sekunder yang diperlukan melalui sumber dari internet, media massa, serta referensi lain mengenai Green Building Rating Tools di dunia, khususnya di Indonesia dengan melihat posisi kriteria kriteria energi dan peran Selubung Bangunan serta strategi untuk pencapaiannya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Posisi Efisiensi Energi pada Bangunan Hijau**

Untuk mengetahui posisi serta peran energi dalam terciptanya pembangunan berkelanjutan khususnya di Indonesia, perlu dilihat keterkaitan antara kriteria/kriteria dalam penilaian tersebut. Berikut adalah perbandingan antara SDIGs dan GBCI. GBCI adalah lembaga non profit di Indonesia yang bisa memberikan sertifikasi untuk bangunan hijau. Di Indonesia sebagai lembaga yang memberikan sertifikasi hijau terlihat bahwa kriteria yang ada di SDGs dan GBCI sangat dekat (Tabel 1).

**Tabel 1.** Kriteria SDGs dan GBCI

| SDGs   | GBCI  |
|--|---|
| SDG 7 : Energi bersih dan terjangkau                 | EEC 5 : Penggunaan Energi Terbaharukan  |
| SDG 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur          | MRC 2 : Penggunaan material ramah lingkungan  |
| SDG 11: Kota dan Komunitas yang Berkelanjutan        | ASD 1- 7 : Pemilihan Tapak, Aksesibilitas Komunitas, Transporasi Umum, Fasilitas Pengguna Sepeda, Lansekap pada lahan, Iklim Mikro dan Manajemen Limpasan air hujan |
| SDG 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab | MRC 1 : Penggunaan material daur ulang  |
| SDG 13: Tindakan untuk Mengatasi Perubahan Iklim     | ASD 4 : Pengaruh Perubahan Iklim  |

Sumber : Analisis Peneliti, 2023

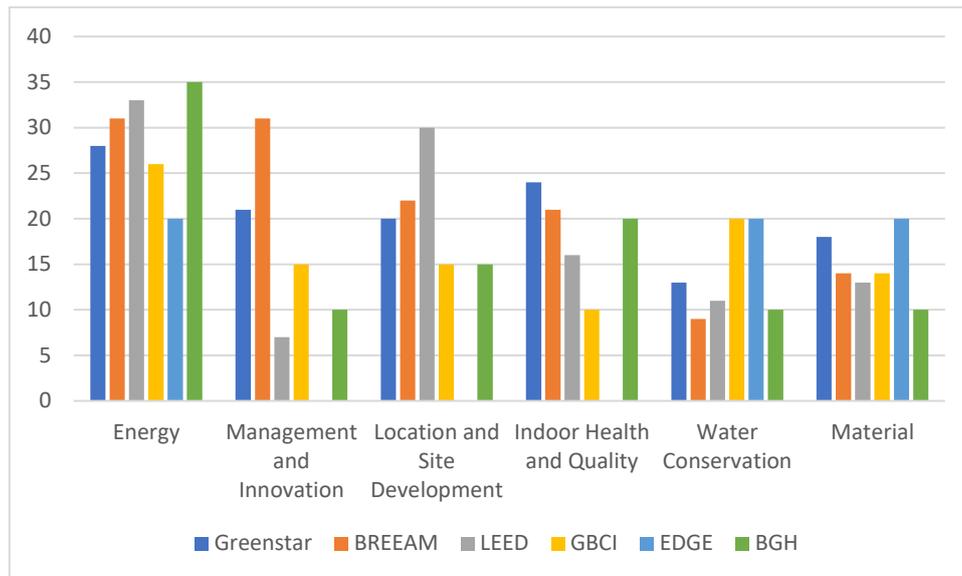
Study dilakukan pada 6 perangkat penilaian bangunan hijau yang di gunakan di Indonesia dan di dunia, yaitu : Green Star, BREEAM, LEED, GBCI, EDGE dan BGH, menunjukkan bahwa setiap perangkat penilaian mempunyai kriteria yang jumlahnya berbeda-beda.

**Tabel 2.** Kriteria Perangkat Penilaian Bangunan Hijau

| Rating Tools     | Green Star                       | BREEAM                            | LEED                               | GBCI                                     | EDGE                         | BGH  |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------|--|
| Kriteria ( poin) | Managemen t (14)                 | Managemen t (21)                  | Regional Priority (4)              | Building Environmen t Managemen t (15)   |                              | Operasi dan Pemeliharaan dan Fitur Green Building dan Inovasi (10) |
|                  | Transport (12)                   | Transport (12)                    | Location and Transport (16)        |  |                              |  |
|                  | Land Use and Ecology (8)         | Land Use and Ecology (10)         | Sustainable Site(10)               | Appropriate Site Developmen t (17)       |                              | Keberlanjutan Lingkungan -Material Grenergy-Sustainable Site (25)  |
|                  | Indoor Environmen t quality (24) | Health and Wellbeing (21)         | Indoor Environmen t al quality(16) | Indoor Health and Comfort (10)           |                              | Indoor Environment al quality (20)                                 |
|                  | Water (13)                       | Water Consumptio n Efficiency (9) | Water Efficiency (11)              | Water Co servation (20)                  | Water                        | Penghematan Air (10)   |
|                  | Emission (12)                    | Pollution (13)                    | Integrative Process(1)             |  |                              |  |
|                  | Energy (28)                      | Energy (31)                       | Energi and Atmosphere (33)         | Efficiency Energy and Conservatio n (26) | Energy                       | Energi Terbarukan (5)  |
|                  | Materials (18)                   | Materials (14)                    | Material and Resources (13)        | Material Resource and Cycle (14)         | Energi Embodie d in Material | Efisiensi Energi - Desain Pasif ( 15)                              |
|                  | Innovation (7)                   | Innovation (10)                   | Innovation (6)                     |  |                              | Efisiensi Energi- Desain Aktif( 15)                                |
|                  |                                  |                                   | Waste (9)                          |  |                              |  |

Sumber: Analisis Penulis, 2023

Kriteria energi menjadi kriteria yang selalu ada pada enam instrumen penilaian bangunan hijau yang ada di luar negeri maupun di Indonesia (Tabel 1). Jika disederhanakan menjadi 6 kriteria maka terlihat bahwa pada semua instrumen bangunan hijau, kriteria energi menjadi kriteria yang paling besar poinnya. Pada instrumen bangunan hijau menurut Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021 Tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau, kriteria energi menjadi kriteria dengan pint yang paling besar yaitu 35 poin.



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai pada setiap kriteria  
Sumber: Analisis Penulis, 2023

Pada grafik diatas terlihat bahwa disemua perangkat penilaian bangunan hijau, kriteria energi paling besar. (Gambar 4). Untuk kriteria lainnya sangat bervariasi antara perangkat penilaian satu dengan yang lainnya.

#### Konsumsi Energi pada Bangunan dan Arsitektur Tanggap Iklim

Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM) pada tahun 2020 konsumsi energi pada bangunan Gedung terbanyak adalah dari pendinginan ruang untuk bangunan komersial. Di iklim tropis yang mendapatkan pancaran matahari sepanjang tahun, tingginya pendinginan ruangan dipengaruhi oleh radiasi panas yang masuk kedalam bangunan. Penambahan panas di dalam ruangan yang dikondisikan karena sumber kalor ( radiasi matahari) dari luar yang masuk melalui selubung bangunan (building envelope), atau kerangka bangunan (building shell) dan dinding partisi.

Desain bangunan harus dapat menciptakan ruang dalam yang nyaman, sekaligus mengurangi ketergantungan bangunan dengan energi buatan, dengan memanfaatkan dan mempertimbangkan data wilayah pola cuaca dan faktor-faktor seperti musim, intensitas matahari, angin, curah hujan dan kelembaban. (Arsitektur tanggap iklim). Konsumsi energi pada bangunan bisa dikendalikan dengan strategi desain dengan memaksimalkan desain pasif, dengan 3 pendekatan desain pendinginan bangunan (Lechner 2015).

Pada tahapan desain, iklim setempat sangat menentukan. Rule of thumb untuk pre elementary desain untuk keberhasilan sebuah desain yang tanggap iklim bisa dilakukan dengan metode Mahoney Tabel, Diagram Bioklimatik Olgyay dan Diagram Bioklimatik Givoni. Untuk daerah tropis ( Indonesia) , untuk tahap satu ( pasif desain) dengan menggunakan Mahoney tabel menghasilkan atauran-aturan tanggap iklim harus didesain sebagai berikut : orientasi bangunan menghadap Utara - Selatan (sumbu panjang barat-timur). Mempunyai jarak terbuka untuk penetrasi angin, pergerakan udara didapatkan dengan ruangan bersisi tunggal, perlengkapan permanen untuk pergerakan udara, bukaan besar, 40 - 80 %, orientasi jendela Utara-Selatan setinggi badan menghadap angin, tidak terkena sinar matahari langsung, jendela memberikan perlindungan dari hujan, dinding ringan dengan kapasitas termal rendah, atap berinsulasi ringan dan diperlukan perlindungan dari hujan lebat.

Tahap dua dan tahap tiga berdasarkan rule of thumb dengan Diagram Bioklimatik Olgyay, kenyamanan bisa dicapai dengan kenyamanan termal dapat dicapai dengan ventilasi alami (meningkatkan kecepatan udara hingga 3 m/s) dan kenyamanan termal dapat dicapai dengan Ventilasi (V), Dehumidifikasi (DH) atau Pendinginan (AC) berdasarkan diagram bioklimatik givoni.

Arsitektur tradisional di Indonesia menunjukkan bahwa arsitektur tanggap iklim dengan menggunakan prinsip-prinsip desain pasif sudah dilakukan. Salah satunya bisa dilihat pada rumah adat tradisional Minangkabau dari bentuk bangunan, orientasi, bukaan serta bentuk atap, sudah menggunakan prinsip desain pada tahapan satu, sesuai dengan hasil Mahoney table untuk lokasi di Indonesia. (Tabel 3).

| Desain Bangunan   | Desain Tanggap Iklim ( Mahoney Table)  |
|---|--|
|  <p style="text-align: center;">Koto Piliang Minangkabau house.</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orientasi bangunan menghadap Utara - Selatan (sumbu panjang barat-timur).</li> <li>2. Mempunyai jarak terbuka untuk penetrasi angin, pergerakan udara didapatkan dengan ruangan bersisi tunggal, perlengkapan permanen untuk pergerakan udara,</li> <li>3. Bukaan besar, 40 - 80 %, orientasi jendela Utara-Selatan setinggi badan menghadap angin, tidak terkena sinar matahari langsung,</li> <li>4. Jendela memberikan perlindungan dari hujan, dinding ringan dengan kapasitas termal rendah,</li> <li>5. Atap berinsulasi ringan dan diperlukan perlindungan dari hujan lebat.</li> </ol> |

Tabel 3. Arsitektur Tradisional dan Desain Tanggap Iklim  
Sumber: Analisis Penulis, 2023

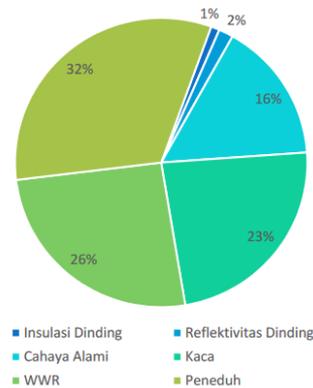
### Peran Selubung dalam Efisiensi Energi

Efisiensi energi pada bangunan adalah kemampuan bangunan untuk menggunakan energi secara efisien dan mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu, sehingga dapat mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan dalam aspek keberlanjutan ekologis. Penggunaan teknologi maju secara aktif dan pasif dapat mendukung untuk efisiensi energi dan mengurangi konsumsi energi. Penggunaan material inovatif (PCM, VIP, aerogel, dll.) dikombinasikan dengan material tradisional (Belussi et al., 2019)

Efisiensi atau Penghematan energi menjadi bagian dari pembangunan yang berkelanjutan. Salah satu penerapannya adalah mengoptimalkan pembangunan bangunan dengan pencahayaan alami sebanyak mungkin. Pemakaian energi harus dilakukan secara hemat untuk melaksanakan pembangunan berkelanjutan. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk menghemat energi, yaitu: Menggunakan energi yang dapat diperbaharui secara optimal, menghemat penggunaan sumber-sumber energi yang tersedia serta mprioritaskan pembangunan transportasi massal untuk menghindari jejak karbon (GBCI, 2018). Efisiensi pada bangunan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: desain bangunan, kondisi bangunan, kebutuhan pengguna (Granadeiro et al., 2013; Thalfeldt et al., 2013)

Desain bangunan dapat mempengaruhi efisiensi energi dan penggunaan sumber daya lainnya. Bangunan yang dirancang dengan baik dapat memaksimalkan penggunaan cahaya alami, sirkulasi udara yang baik, dan penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan. Kondisi bangunan yang kurang baik, seperti kebocoran pada atap atau dinding, dapat menyebabkan kebocoran energi dan meningkatkan penggunaan energi untuk pendinginan

atau pemanasan. Kebutuhan pengguna: Kebutuhan pengguna bangunan, seperti pencahayaan, pendinginan, dan pemanasan, dapat mempengaruhi penggunaan energi dan efisiensi bangunan (Lin et al., 2018). Kebijakan pemerintah dalam hal efisiensi energi dan penggunaan sumber daya dapat mempengaruhi efisiensi bangunan. Pemerintah dapat memberikan insentif atau sanksi untuk mendorong penggunaan teknologi dan praktik yang lebih efisien. Keterlibatan profesional, seperti arsitek dan insinyur, dalam proses perancangan dan pembangunan bangunan dapat mempengaruhi efisiensi bangunan. Profesional yang terlatih dan berpengalaman dapat merancang bangunan yang lebih efisien dan ramah lingkungan (GBCI, 2018)



Gambar 5. Potensi Penghematan Energi melalui selubung bangunan  
Sumber: GBCI, 2019

### Elemen Selubung Bangunan

Selubung bangunan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi energi pada bangunan. Dengan mengurangi jumlah panas dari luar bangunan yang masuk ke dalamnya, maka tujuan konservasi energi akan tercapai (Thalfeldt et al., 2013). Hal ini bisa dilakukan dengan menggunakan material selubung bangunan yang memiliki sifat isolasi termal yang baik (Belussi et al., 2019). Desain bukaan pada selubung bangunan, seperti jendela, pintu, dan ventilasi, dapat mempengaruhi aliran udara dan pencahayaan alami di dalam bangunan. Dengan merancang bukaan yang tepat, dapat mengoptimalkan penggunaan energi untuk pencahayaan dan ventilasi alami (Granadeiro et al., 2013)

Karakteristik desain selubung bangunan, seperti bentuk, luas permukaan, dan material selubung, dapat mempengaruhi efisiensi energi bangunan. Bangunan dengan bentuk bulat atau melingkar biasanya memiliki luas permukaan lantai yang lebih kecil, sehingga mengurangi kehilangan energi melalui dinding dan atap.

Dalam praktiknya, desain selubung bangunan yang efisien energi harus mempertimbangkan kombinasi dari faktor-faktor di atas untuk mencapai efisiensi yang optimal. Window wall ratio (WWR) akan sangat berpengaruh terhadap pencahayaan, penghawaan, dan konsumsi energi pada bangunan. WWR yang semakin besar dapat meningkatkan pencahayaan alami di dalam bangunan, sehingga dapat mengurangi penggunaan energi untuk pencahayaan buatan. Namun, WWR yang terlalu besar dapat menyebabkan masalah seperti silau dan panas berlebihan di dalam bangunan. WWR yang semakin besar juga dapat meningkatkan sirkulasi udara di dalam bangunan, sehingga dapat mengurangi penggunaan energi untuk penghawaan buatan. Namun, bahwa WWR yang terlalu besar dapat menyebabkan masalah seperti kebocoran udara dan kebisingan dari luar bangunan. WWR yang semakin besar dapat meningkatkan konsumsi energi untuk pendinginan atau pemanasan di dalam bangunan. Hal ini disebabkan karena WWR yang

besar dapat meningkatkan jumlah panas yang masuk ke dalam bangunan, sehingga memerlukan penggunaan energi yang lebih besar untuk menjaga suhu di dalam bangunan tetap nyaman (Cholewa et al., 2021)

Meskipun selubung hemat energi telah dipelajari secara luas, perhatian terhadap penggabungan memberi peringkat strategi desain pasif yang tepat pada tahap desain bangunan di iklim tertentu dan lokasi geografis. Pada daerah yang mempunyai iklim luar ruangan hangat, cukup panas, panas dan sangat panas, harus mempunyai strategi desain shading untuk peneduh yang berbeda. Strategi peneduh kombinasi yaitu perangkat peneduh matahari dan peneduh mandiri, serta penggunaan material selubung dengan insulasi dan kaca berkinerja tinggi tanpa naungan matahari untuk iklim luar ruangan dan lokasi geografis memiliki pengaruh yang signifikan terhadap potensi penghematan energi. (Alhuwayil et al., 2023) Penggunaan shading dengan membedakan ukuran kedalaman, kemiringan dan jumlah shading pada bukaan pada orientasi arah bukaan yang sama akan berpengaruh pada radiasi panas yang masuk pada bangunan serta pencahayaan alami. (Nazari et al., 2023) (Liu et al., 2023). Di Indonesia bangunan terdahulu banyak yang menggunakan elemen shading, karena merupakan ciri khas tropis, selain untuk pembayangan bangunan, sehingga mengurangi sinar matahari masuk, juga untuk menghindari air hujan masuk kedalam bangunan. Shading eksternal tetap (overhang, horizontal dan kisi-kisi vertikal, dan variasi peti telur) dengan menggunakan parameter arah, jenis kaca, rasio jendela-dinding (WWR), kedalaman SD, dan kemiringan menunjukkan dapat mengurangi konsumsi energi pendinginan sebesar antara keduanya 37% dan 49% dibandingkan dengan skenario tanpa peneduh menggunakan jenis kaca berkinerja tinggi dan antara 73% dan 78% dibandingkan skenario tanpa peneduh menggunakan jenis kaca berkinerja rendah. Total energi tahunan konsumsi berkurang masing-masing sekitar 33% dan 70%. (Koç & Maçka Kalfa, 2021). Perangkat shading atau peneduh juga bisa mengendalikan masuknya pencahayaan alami yang berlebihan dalam ruang. Ruang yang mempunyai WWR yang besar ada kemungkinan silau sehingga pemasangan peneduh akan memberikan kinerja yang lebih baik pada ruangan. (Englezou & Michael, 2020). Saat ini di Indonesia, khususnya Jakarta terdapat 184 gedung bertingkat antara 134 meter- 300 meter. Berdasarkan instrument penilaian bangunan hijau oleh GBCI, saat ini baru 60 gedung yang mendapatkan sertifikasi hijau (Kompas, 2023). Dari 60 gedung tersebut mempunyai selubung yang mayoritas full kaca. Untuk menghindari radiasi panas masuk kedalam bangunan, Gedung-gedung ini menggunakan kaca yang mempunyai u value yang baik, sehingga radiasi panas tidak masuk kedalam bangunan. Elemen peneduh/shading sebagai elemen bangunan sekaligus elemen arsitektural banyak ditinggalkan, walaupun bisa mengurangi radiasi panas yang cukup besar dibandingkan elemen lain.

## **KESIMPULAN**

Pencapaian untuk sebuah bangunan dikategorikan menjadi bangunan hijau, harus dinilai dengan instrumen yang sudah disusun oleh lembaga yang mempunyai kualifikasi untuk hal tersebut. Energi menjadi kriteria yang sangat penting dalam pencapaian bangunan hijau. Pada semua instrumen yang diteliti menunjukkan kriteria energi menjadi kriteria yang paling besar dibandingkan kriteria yang lain. Selubung bangunan sebagai lapisan paling luar yang menerima radiasi panas matahari mempunyai peranan penting untuk upaya pendinginan ruang. Untuk daerah tropis, pendinginan ruang adalah konsumsi energi yang paling besar pada bangunan. Saat ini bangunan-bangunan di Indonesia yang tersertifikasi oleh GBCI lebih fokus pada penggunaan material, bukan pada desain elemen shading yang seharusnya dapat mereduksi panas yang cukup besar dibandingkan yang lain. Shading sebagai elemen pembayang yang khas pada bangunan tropis mulai ditinggalkan, sehingga bangunan terkesan semuanya sama. Ini menjadi peluang yang sangat baik bagi dunia arsitektur untuk dapat mengembangkan shading sebagai elemen fasad yang penting bagi bangunan hijau dan arsitektur tropis.

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **Buku**

- GBCI (2018) Panduan Teknis Perangkat Penilaian Bangunan Hijau Untuk Bangunan Baru, Versi 1.2
- Lechner N (2015) Heating, Cooling, Lighting, Edisi 4, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada
- B2TKE (2020) Benchmarking Specific Energy Consumption Di Bangunan Komersial, Balai Besar Teknologi Konversi Energi, B2TKE Indonesia

### **Artikel Jurnal**

- Alhuwayil, W. K., Almaziad, F. A., & Abdul Mujeebu, M. (2023). Energy performance of passive shading and thermal insulation in multistory hotel building under different outdoor climates and geographic locations. *Case Studies in Thermal Engineering*, 45, 102940. <https://doi.org/10.1016/J.CSITE.2023.102940>
- Belussi, L., Barozzi, B., Bellazzi, A., Danza, L., Devitofrancesco, A., Fanciulli, C., Ghellere, M., Guazzi, G., Meroni, I., Salamone, F., Scamoni, F., & Scrosati, C. (2019). A review of performance of zero energy buildings and energy efficiency solutions. *Journal of Building Engineering*, 25, 100772. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2019.100772>
- Cholewa, T., Siuta-Olcha, A., Smolarz, A., Muryjas, P., Wolszczak, P., Anasiewicz, R., & Balaras, C. A. (2021). A simple building energy model in form of an equivalent outdoor temperature. *Energy and Buildings*, 236, 110766. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2021.110766>
- Englezou, M., & Michael, A. (2020). Assessment of daylight performance and the impact of shading devices for typical in-patient rooms in healthcare facilities in Cyprus. *Procedia Manufacturing*, 44, 277–285. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.02.232>
- Granadeiro, V., Duarte, J. P., Correia, J. R., & Leal, V. M. S. (2013). Building envelope shape design in early stages of the design process: Integrating architectural design systems and energy simulation. *Automation in Construction*, 32, 196–209. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.003>
- Koç, S. G., & Maçka Kalfa, S. (2021). The effects of shading devices on office building energy performance in Mediterranean climate regions. *Journal of Building Engineering*, 44, 102653. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.102653>
- Lin, Y., Zhou, S., Yang, W., & Li, C. Q. (2018). Design optimization considering variable thermal mass, insulation, absorptance of solar radiation, and glazing ratio using a prediction model and genetic algorithm. *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/SU10020336>
- Liu, J., Bi, G., Gao, G., & Zhao, L. (2023). Optimal design method for photovoltaic shading devices (PVSDs) by combining geometric optimization and adaptive control model. *Journal of Building Engineering*, 69, 106101. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2023.106101>
- Nazari, S., MirzaMohammadi, P. K., Sajadi, B., Pilehchi Ha, P., Talatahari, S., & Sareh, P. (2023). Designing energy-efficient and visually-thermally comfortable shading systems for office buildings in a cooling-dominant climate. *Energy Reports*, 10, 3863–3881. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2023.10.062>

Thalfeldt, M., Pikas, E., Kurnitski, J., & Voll, H. (2013). Facade design principles for nearly zero energy buildings in a cold climate. *Energy and Buildings*, 67, 309–321.  
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.027>

**Situs Web**

<https://sdgs.bappenas.go.id/perpres-no-59-tahun-2017>, diakses 12 Agustus 2023

United Nations. 2022. Take Action for the Sustainable Development Goals.  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>  
(diakses 15 Februari, 2022).

<https://lestari.kompas.com/read/2023/03/08/070000386/hanya-60-gedung-di-indonesia-yang-bersertifikat-greenship>, diakses 1 Oktober 2023

<https://www.gbcindonesia.org/>, diakses 1 Agustus 2023 -1 Oktober 2023