



Contents lists available at [JESA](https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index)

Journal of Engineering and Science Application

journal homepage: <https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index>



Strategi Selubung Bangunan Responsif Matahari Pada Studi Perancangan Konseptual Mixed-Use High-Rise di Sentul City

Rizki Hartopik^a, Sitti Wardingsih^b

^aMahasiswa Program Studi Arsitektur, Universitas Mpu Tantular, Jakarta

^bDosen Pembimbing Program Studi Arsitektur, Universitas Mpu Tantular, Jakarta

Article Info

Keywords:

Selubung Bangunan; Responsif Matahari; Mixed-Use; High-Rise; Green Building; Sentul City.

ABSTRACT

Perkembangan kawasan Sentul City, Kabupaten Bogor, mendorong kebutuhan bangunan mixed-use yang mampu mengintegrasikan fungsi hunian, perkantoran, dan komersial secara efisien. Pada bangunan tinggi di iklim tropis, paparan radiasi matahari pada fasad dapat meningkatkan perolehan panas dan kebutuhan pendinginan. Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi selubung bangunan responsif matahari pada rancangan konseptual mixed-use high-rise di Sentul City. Metode yang digunakan adalah deskriptif-analitis dengan pendekatan perancangan arsitektur melalui studi literatur, observasi tapak virtual, analisis orientasi matahari, identifikasi fasad kritis, dan sintesis keputusan desain. Objek perancangan berada pada lahan 50.000 m², direncanakan setinggi 20 lantai dengan total luas lantai 74.772 m². Hasil analisis konseptual mengidentifikasi fasad barat sebagai bidang yang memerlukan perlindungan lebih intensif terhadap paparan matahari sore, sedangkan sisi timur berpotensi mendukung pencahayaan alami pagi. Respons desain dirumuskan melalui pengaturan orientasi dan konfigurasi massa, penempatan bidang masif dan core, secondary skin, kaca Low-E, bukaan terkontrol, serta vertical greenery. Strategi tersebut diintegrasikan dengan ruang terbuka hijau, sistem pemanenan air hujan, dan panel surya sebagai bagian dari pendekatan Green Building. Penelitian ini menyimpulkan bahwa analisis matahari dapat diterjemahkan menjadi keputusan desain selubung yang menyatukan pertimbangan iklim, fungsi, dan ekspresi arsitektur. Karena studi masih berada pada tahap konseptual, klaim penghematan energi perlu diuji melalui simulasi termal dan evaluasi kuantitatif lanjutan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Rizki Hartopik
Program Studi Arsitektur
Universitas Mpu Tantular
Jakarta
Email: rizkihartopik597@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan di Kabupaten Bogor mendorong peningkatan kebutuhan terhadap ruang hunian, perkantoran, dan fasilitas komersial. Sentul City berkembang sebagai kawasan dengan fungsi bisnis dan perdagangan yang membutuhkan pemanfaatan lahan secara efisien melalui pembangunan vertikal. Konsep *mixed-use* menjadi pendekatan untuk mengintegrasikan fungsi-fungsi tersebut dalam satu kawasan.

Peningkatan ketinggian bangunan menghadirkan tantangan lingkungan. Bangunan tinggi dengan luas fasad besar memiliki tingkat paparan radiasi matahari yang signifikan. Pada iklim tropis, radiasi matahari—terutama pada sisi timur dan barat—dapat meningkatkan temperatur permukaan fasad dan beban pendinginan ruang dalam; karena itu, orientasi, pembayangan, dan karakter selubung perlu dipertimbangkan sejak tahap desain (Givoni, 1998; Olgyay, 2015; Badan Standardisasi Nasional, 2020). Oleh karena itu, desain selubung bangunan menjadi bagian penting dalam strategi arsitektur berkelanjutan untuk mengontrol radiasi matahari, pencahayaan alami, ventilasi, dan kenyamanan termal.

Hasil analisis perancangan menunjukkan sisi barat bangunan memperoleh akumulasi radiasi panas tertinggi pada sore hari. Kondisi ini diterjemahkan ke dalam keputusan desain melalui *secondary skin*, kaca *Low-E*, vegetasi vertikal, serta pengaturan bidang masif dan bukaan. Selain itu, penerapan prinsip *Green Building* diarahkan pada pengelolaan tapak, konservasi air, dan pemanfaatan energi surya sesuai indikator *GREENSHIP New Building* (GBC Indonesia, 2024).

Penelitian ini difokuskan pada pertanyaan: bagaimana hasil analisis matahari dapat diterjemahkan menjadi strategi selubung bangunan pada rencana desain *mixed-use high-rise* di Sentul City? Penelitian bertujuan mengidentifikasi respons desain terhadap paparan matahari serta merumuskan penerapannya pada massa, orientasi, bukaan, *secondary skin*, dan vegetasi fasad.

2. METODE PERANCANGAN

2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian menggunakan metode deskriptif-analitis dengan pendekatan perancangan arsitektur. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur, standar perancangan (Neufert & Neufert, 2019), regulasi tata ruang (Perda Kab. Bogor No. 1/2024), dan referensi *Green Building* (GBC Indonesia, 2024). Data tapak diperoleh melalui observasi lapangan dan observasi virtual menggunakan peta digital.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi permasalahan kawasan, analisis kondisi tapak, analisis orientasi dan pergerakan matahari, identifikasi bidang fasad berpaparan tinggi, penentuan kriteria respons desain, pengembangan massa dan selubung, integrasi *secondary skin*, kaca *Low-E*, dan *vertical greenery*, serta sintesis rencana desain.



Skema 1. Diagram alur metode penelitian dan perancangan.

Sumber: Analisis Penulis, 2026.

2.2 Lokasi dan Objek Perancangan

Objek perancangan berada di kawasan Sentul City, Kabupaten Bogor, pada lahan seluas 50.000 m². Bangunan direncanakan sebagai *mixed-use high-rise* 20 lantai dengan total luas lantai 74.772 m².

Parameter	Nilai Rencana
Luas lahan	50.000 m ²

Jumlah lantai	20 lantai
Total luas lantai	74.772 m ²
KDB	14,5% / 7.272 m ²
KLB	0,99
KDH	23% / 11.724 m ²
Modul struktur	8,4 m dan 9,0 m
Fungsi utama	Apartemen, perkantoran, komersial

Tabel 1. Parameter utama rencana perancangan. Sumber: Data perancangan Penulis, 2026.



Gambar 1. Peta lokasi dan kondisi tapak studi di kawasan Sentul City.

Sumber: Google Maps/Google Earth Pro, diolah Penulis, 2026.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kondisi Tapak

Analisis tapak mengidentifikasi orientasi matahari, sirkulasi, ruang terbuka, dan kebisingan lingkungan. Kebisingan dari jaringan jalan sekitar tercatat pada kisaran 70–75 dB, yang direspons melalui vegetasi *buffer* pada perimeter tapak. Tapak memiliki akses utama dari jalan depan, didukung sirkulasi internal, peneduh pedestrian, serta penempatan fasilitas pendukung (kolam renang dan area olahraga) yang terintegrasi dengan ruang terbuka.



Gambar 2. Rencana tapak dan hubungan massa bangunan, sirkulasi, ruang terbuka, serta fasilitas pendukung.

Sumber: Hasil perancangan Penulis, 2026.

Berdasarkan Gambar 2, tapak memiliki akses utama yang terhubung dengan jaringan jalan di sisi depan kawasan dan didukung oleh sirkulasi kendaraan di dalam tapak. Jalur pedestrian ditempatkan sebagai bagian dari sistem pergerakan internal dan dihubungkan dengan ruang terbuka. Area parkir tersebar di sekitar massa bangunan, sedangkan vegetasi pada perimeter berfungsi sebagai buffer terhadap lingkungan sekitar. Fasilitas olahraga dan kolam renang ditempatkan sebagai fasilitas pendukung yang terintegrasi dengan ruang terbuka kawasan.

Konfigurasi tersebut menjadi dasar untuk analisis selanjutnya, khususnya dalam menentukan orientasi massa, posisi ruang terbuka, dan respons bangunan terhadap kondisi lingkungan serta paparan matahari. Dengan demikian, analisis tapak tidak hanya digunakan untuk menentukan tata letak fungsi, tetapi juga menjadi tahap awal dalam pembentukan strategi desain yang responsif terhadap kondisi iklim.

3.2 Analisis Orientasi dan Pergerakan Matahari

Sisi timur menerima cahaya matahari pagi dengan intensitas rendah-sedang yang berpotensi untuk pencahayaan alami. Sisi barat menerima paparan radiasi panas tinggi pada sore hari sehingga ditetapkan sebagai bidang kritis yang membutuhkan pengendalian radiasi ketat.

Tabel 2. Sintesis Hasil Analisis Matahari dan Respons Desain

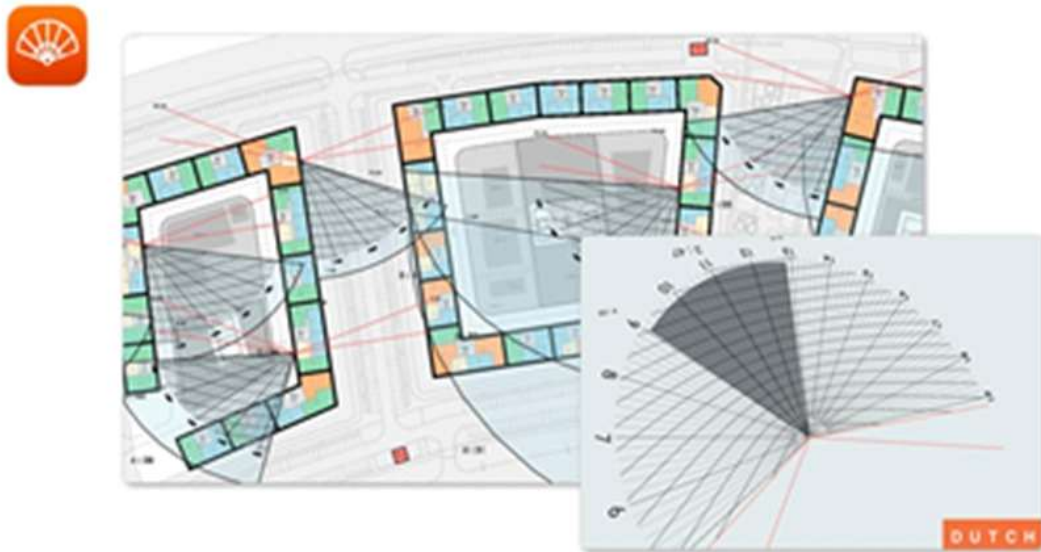
Hasil Analisis	Permasalahan	Respons Desain
Radiasi tinggi sisi barat	Beban panas fasad	<i>Secondary skin (fins vertikal)</i>
Matahari sore	Panas masuk melalui kaca	Kaca <i>Low-E</i>
Bukaan luas	Potensi <i>heat gain</i>	Pengaturan ukuran bukaan
Paparan fasad	Peningkatan temperatur permukaan	<i>Vertical greenery</i>
Cahaya pagi	Potensi pencahayaan alami	Optimalisasi bukaan sisi timur
Area luar panas	Penurunan kenyamanan mikroklimat	Vegetasi dan ruang hijau tapak

(Sumber: Analisis Penulis, 2026)



Gambar 3. Diagram Analisis Pergerakan Matahari dan Respon Desain Bangunan
Sumber: Analisis Penulis berdasarkan GBCI (2021) dan Survey Lapangan, 2026

Berdasarkan analisis tersebut, sisi barat ditetapkan sebagai salah satu bidang kritis dalam pengendalian radiasi. Sementara itu, sisi timur memiliki potensi untuk mendukung pencahayaan alami pada pagi hari. ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menentukan konfigurasi massa dan strategi selubung bangunan.



Gambar 4. Simulasi Analisis Lintasan Matahari dan Bayangan (Sun & Shadow Analysis) pada Fasad Bangunan

Sumber: Analisis Penulis berdasarkan GBCI (2021) dan Survey Lapangan, 2026

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan orientasi fasad menghasilkan karakter paparan matahari yang berbeda. Fasad yang menerima paparan matahari sore memerlukan pengendalian radiasi yang lebih kuat karena intensitas radiasi pada periode tersebut berpotensi meningkatkan beban panas pada ruang dalam. Sementara itu, fasad yang menerima cahaya matahari pagi dapat dimanfaatkan untuk memperoleh pencahayaan alami dengan tetap mempertimbangkan pengendalian panas matahari.



Gambar 5. Penerapan hasil analisis orientasi matahari pada konfigurasi dan respons fasad bangunan.

Sumber: Hasil analisis dan perancangan Penulis, 2026.

Temuan tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam respons desain pada selubung bangunan. Pada sisi yang menerima paparan matahari sore, digunakan strategi perlindungan berupa elemen peneduh pasif dan pengolahan fasad untuk mengurangi paparan langsung menuju bidang kaca. Sebaliknya, pada sisi timur-tenggara, bukaan dimanfaatkan untuk mendukung penerimaan cahaya alami pagi dengan tetap mempertimbangkan pengendalian radiasi. Interpretasi hubungan antara arah datangnya matahari dan respons fasad ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil Analisis	Permasalahan	Respons Desain
Radiasi tinggi sisi barat	Beban panas fasad	Secondary skin
Matahari sore	Panas masuk melalui kaca	Kaca Low-E
Bukaan luas	Potensi heat gain	Pengaturan ukuran bukaan
Paparan fasad	Peningkatan temperatur permukaan	Vertical greenery
Cahaya pagi	Potensi pencahayaan alami	Optimalisasi bukaan timur
Area luar panas	Penurunan kenyamanan iklimat	Vegetasi dan ruang hijau

Tabel 2. Sintesis hasil analisis matahari dan respons desain. Sumber: Analisis Penulis, 2026.

3.3 Transformasi Analisis Matahari Menjadi Massa Bangunan

Hasil analisis matahari menerjemahkan konfigurasi massa dengan menempatkan dinding masif dan *core* pada bidang ber-paparan panas tinggi (sisi barat), sedangkan bidang dengan kebutuhan pencahayaan alami dan view optimal dilengkapi bukaan terkontrol.



Skema 2. Transformasi hasil analisis matahari menjadi orientasi dan konfigurasi massa bangunan. Sumber: Hasil analisis dan perancangan Penulis, 2026.

Skema 2. menunjukkan tahapan penerjemahan hasil analisis matahari ke dalam keputusan desain. Identifikasi orientasi dan fasad yang berpotensi menerima paparan radiasi lebih tinggi menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan perlindungan matahari, penyesuaian bidang fasad, dan pengaturan bukaan. Hasil proses tersebut berupa konfigurasi massa konseptual yang selanjutnya dikembangkan melalui penerapan elemen peneduh pasif, secondary skin, kaca Low-E, dan vegetasi pada fasad sesuai kebutuhan masing-masing orientasi.

3.4 Strategi Selubung Bangunan

Selubung bangunan dikembangkan melalui sistem berlapis:

- **Secondary Skin:** Fasad vertikal (*fins*) oranye pada sisi kritis untuk mereduksi radiasi langsung sebelum mencapai kaca.
- **Kaca Low-E:** Mengontrol perpindahan panas inframerah pada bukaan transparan tanpa mengurangi suplai cahaya alami.
- **Vertical Greenery:** Vegetasi gantung pada *planter box* untuk pembayangan tambahan dan pendinginan mikroklimat (*evaporative cooling*).
- **Elemen Peneduh & Balkon:** Overstek horizontal menahan terik matahari sudut tinggi dan menghalau tampias hujan.

Berdasarkan hasil analisis orientasi matahari dan transformasi konfigurasi massa, strategi selubung bangunan dikembangkan sebagai lapisan perlindungan antara lingkungan luar dan ruang dalam. Strategi tersebut meliputi penerapan *secondary skin*, elemen peneduh pada balkon, penggunaan kaca Low-E, pengaturan bukaan, serta integrasi vegetasi pada bagian tertentu dari fasad. Setiap elemen memiliki fungsi untuk mengendalikan paparan radiasi matahari, mengurangi potensi silau dan beban panas, serta tetap mempertahankan pemanfaatan cahaya alami. Skema hubungan antar-elemen selubung ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Strategi selubung bangunan responsif matahari.

Sumber: Hasil analisis dan perancangan Penulis, 2026.

Penerapan secondary skin berfungsi sebagai lapisan luar yang membantu mengurangi paparan radiasi matahari langsung sebelum mencapai bidang kaca. Kinerja peneduh dan selubung tetap perlu ditentukan berdasarkan orientasi, geometri, dan karakter material (Lechner, 2015; Badan Standardisasi Nasional, 2020). Elemen peneduh pada balkon memberikan perlindungan tambahan terhadap radiasi langsung, sedangkan kaca Low-E digunakan untuk membantu mengendalikan perpindahan panas melalui bidang transparan. Vertical greenery diterapkan sebagai lapisan vegetasi tambahan yang mendukung pembayangan dan kualitas iklim mikro fasad. Literatur menunjukkan bahwa kinerjanya dipengaruhi oleh jenis sistem, kondisi iklim, karakter vegetasi, serta rancangan dan pemeliharaan sistem (Perini et al., 2011; Su et al., 2023).

3.5 Integrasi Green Building, Air, dan Panel Surya

1. **Konsep Tapak & RTH:** Mempertahankan KDH 23% (11.724 m²) sebagai peneduh dan penyaring udara kawasan.
2. **Rainwater Harvesting (RWH):** Air hujan dari atap dialirkan melalui filter menuju *rainwater tank* untuk pemanfaatan non-potabel (penyiraman tanaman dan flushing).
3. **Panel Surya:** Dipasang pada atap bangunan sebagai sumber listrik terbarukan pendukung operasional.

Setelah strategi respons terhadap matahari, selubung bangunan, vertical greenery, dan elemen pendukung Green Building ditetapkan, seluruh strategi tersebut diintegrasikan ke dalam konfigurasi akhir bangunan. Perspektif pada Gambar 7. memperlihatkan penerapan strategi tersebut secara keseluruhan pada rancangan konseptual mixed-use high-rise di tapak studi.



Gambar 7. Perspektif rencana konseptual mixed-use high-rise pada tapak studi di Sentul City.

Sumber: Hasil perancangan Penulis, 2026.

Pada Gambar 7. terlihat penerapan elemen selubung bangunan sebagai bagian dari karakter fasad, termasuk secondary skin, pengaturan bukaan, balkon, dan vegetasi vertikal. Komposisi tersebut merupakan hasil integrasi antara kebutuhan fungsi bangunan dengan respons terhadap kondisi matahari dan lingkungan tapak.

Selain strategi pada massa dan selubung bangunan, penerapan prinsip perancangan juga dikembangkan pada area ruang luar melalui penyediaan ruang terbuka, fasilitas olahraga, kolam renang, serta sky garden. Integrasi elemen tersebut ditunjukkan pada Gambar 8. sebagai bagian dari hubungan antara bangunan dan lingkungan tapak.





Gambar 8. Integrasi fasilitas olahraga, kolam renang, ruang terbuka, dan sky garden pada rencana desain.
Sumber: Hasil perancangan Penulis, 2026.

Integrasi ruang terbuka dan fasilitas pendukung memberikan kontribusi terhadap kualitas lingkungan tapak sekaligus memperkuat hubungan antara ruang dalam dan ruang luar. Vegetasi dan ruang terbuka juga berperan sebagai elemen pendukung dalam menciptakan kondisi iklim mikro yang lebih nyaman di sekitar bangunan.

3.6 Integrasi Green Building pada Rencana Desain

Strategi selubung bangunan diperluas menjadi sistem Green Building yang mencakup energi, air, dan tapak. GREENSHIP New Building menilai aspek Appropriate Site Development, Energy Efficiency and Conservation, Water Conservation, Material Resources and Cycle, Indoor Health and Comfort, serta Building and Environmental Management (GBC Indonesia, 2024). Dalam rencana desain ini, aspek yang paling terkait dengan fokus penelitian adalah tapak, energi, dan air.

Aspek	Strategi Desain	Penerapan
Site	Appropriate Site Development	Ruang hijau dan vegetasi
Energi	Energy Efficiency and Conservation	Orientasi, secondary skin, Low-E
Fasad	Pengendalian radiasi	Secondary skin
Vegetasi	Iklim mikro	Vertical greenery
Air	Water Conservation	Rainwater harvesting
Energi terbarukan	Solar energy	Panel surya
Kenyamanan	Passive design	Daylighting dan pembayangan

Tabel 3. Integrasi strategi Green Building pada rencana desain. Sumber: Sintesis Penulis, 2026.

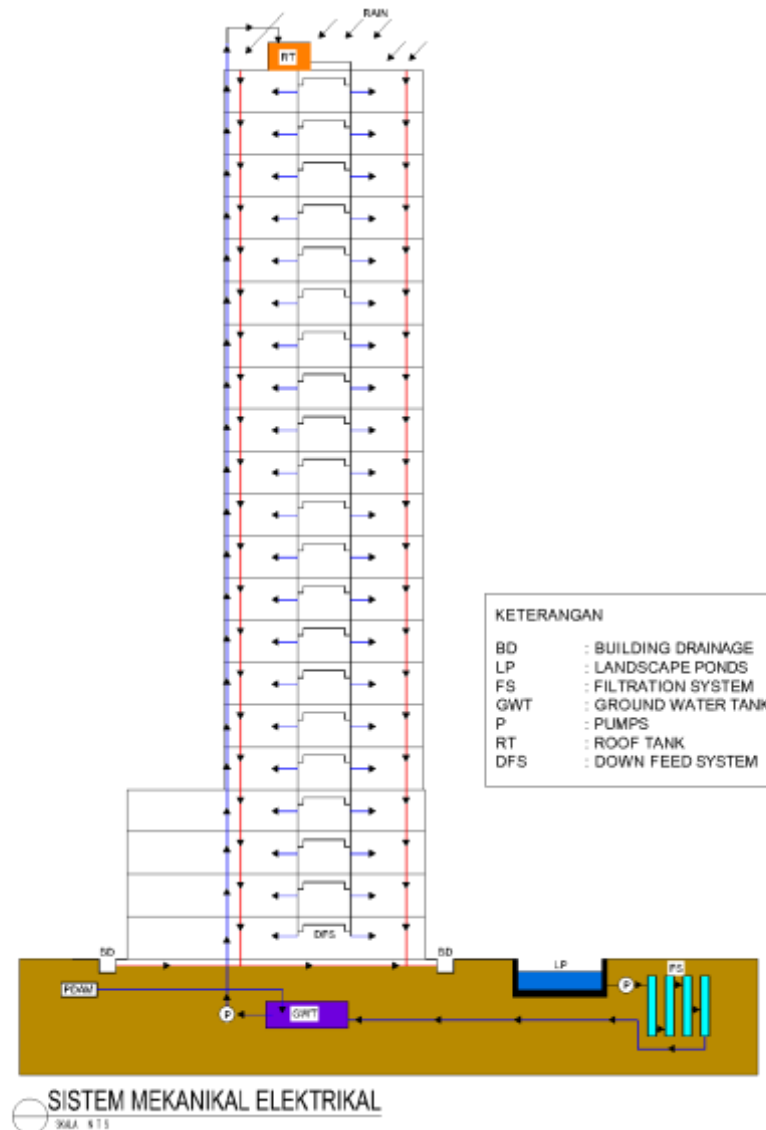
3.7 Konsep Tapak dan Ruang Terbuka Hijau

Rencana tapak mempertahankan proporsi ruang terbuka melalui nilai KDH sebesar 23% atau sekitar 11.724 m². Area hijau dikembangkan pada area perimeter tapak, sekitar parkir, jalur pedestrian, ruang terbuka sekitar bangunan, dan area vegetasi sebagai buffer. Strategi tersebut berfungsi sebagai bagian dari pemenuhan ruang hijau sekaligus mendukung kualitas lingkungan sekitar bangunan.

3.8 Integrasi Rainwater Harvesting

Sistem rainwater harvesting direncanakan sebagai bagian dari strategi konservasi air, sejalan dengan kajian yang menempatkan pemanenan air hujan sebagai salah satu pendekatan pengelolaan air pada lingkungan terbangun (GhaffarianHoseini et al., 2016; Teston et al., 2022). Air hujan yang jatuh pada area atap dan permukaan tertentu diarahkan menuju sistem penampungan untuk kemudian dimanfaatkan kembali sesuai kebutuhan bangunan. Secara konseptual, sistem dapat disusun sebagai atap–talang–filter–rainwater tank–distribusi–pemanfaatan kembali.

Penerapan prinsip konservasi air pada rancangan dilakukan melalui sistem *rainwater harvesting* (RWH) yang memanfaatkan air hujan untuk dikumpulkan, disaring, dan ditampung sebelum digunakan kembali untuk kebutuhan non-potabel. Sistem ini diintegrasikan dengan jaringan utilitas bangunan sehingga dapat mendukung pengurangan penggunaan air bersih dari sumber utama. Skema aliran sistem *rainwater harvesting* pada rancangan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema sistem rainwater harvesting pada rencana bangunan.
Sumber: Hasil perancangan Penulis, 2026.

Berdasarkan Gambar 9, air hujan yang jatuh pada area atap dialirkan melalui jaringan perpipaan menuju sistem penyaringan awal dan selanjutnya ditampung pada tangki penyimpanan. Air hasil tampungan kemudian dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan non-potabel, seperti penyiraman vegetasi dan kebutuhan utilitas tertentu. Penerapan sistem ini ditujukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap air bersih sekaligus meningkatkan efisiensi pengelolaan air pada bangunan.

3.9 Integrasi Panel Surya

Panel surya direncanakan sebagai bagian dari strategi pemanfaatan energi terbarukan. Penempatan panel diarahkan pada area yang memiliki potensi menerima radiasi matahari secara optimal tanpa mengganggu fungsi utama bangunan. Pada artikel ini panel surya ditempatkan sebagai strategi desain energi terbarukan dan bukan sebagai klaim bahwa seluruh kebutuhan listrik bangunan dapat dipenuhi oleh energi surya. Selain strategi pengendalian beban panas melalui selubung bangunan, pemanfaatan energi terbarukan diterapkan melalui integrasi panel surya pada area atap bangunan. Penempatan panel surya diarahkan pada area atap yang memiliki keterpaparan terhadap radiasi matahari dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik tambahan bagi bangunan. Konsep integrasi panel surya dengan sistem kelistrikan bangunan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Skema integrasi panel surya sebagai sumber energi listrik tambahan pada bangunan.
Sumber: Hasil perancangan Penulis, 2026.

Berdasarkan Gambar 10, radiasi matahari diterima oleh panel surya yang ditempatkan pada area atap bangunan dan dikonversi menjadi energi listrik. Energi tersebut selanjutnya diproses melalui inverter sebelum disalurkan ke sistem kelistrikan bangunan. Penerapan panel surya berfungsi sebagai strategi pemanfaatan energi terbarukan yang dapat mendukung pengurangan konsumsi energi listrik dari sumber utama.

3.10 Efisiensi Tata Ruang dan Modul Bangunan

Efisiensi desain juga diperoleh melalui penggunaan modul struktur 8,4 m dan 9,0 m yang mendukung fleksibilitas pembagian ruang. Modul tersebut dapat diterapkan pada parkir, perkantoran, retail, apartemen, dan sistem struktur sehingga hubungan antara struktur dan fungsi dapat dikendalikan sejak tahap awal.

4. PEMBAHASAN

4.1 Hubungan Analisis Matahari dan Keputusan Desain

Penelitian menunjukkan analisis matahari berfungsi sebagai instrumen awal penentu karakter fasad. Alur keputusan dirumuskan: *Radiasi Matahari* → *Identifikasi Fasad Kritis* → *Strategi Pembayangan* → *Pemilihan Material* → *Pengembangan Fasad* → *Integrasi Vegetasi*.

4.2 Secondary Skin sebagai Identitas Fasad

Secondary skin tidak hanya berfungsi teknis menahan panas, tetapi juga membentuk ritme, estetika, dan identitas visual arsitektur bangunan *high-rise*.

4.3 Potensi Efisiensi Energi

Kombinasi *secondary skin*, kaca *Low-E*, bukaan terkontrol, dan vegetasi memberikan potensi penghematan energi pendinginan hingga 30% dibandingkan bangunan konvensional. Angka ini diposisikan sebagai estimasi simulasi konseptual yang memerlukan validasi pengukuran kuantitatif pascakonstruksi.

4.4 Sintesis Prinsip Rencana Desain

- **Orientasi Responsif:** Mereduksi paparan radiasi tinggi pada sisi barat.
- **Selubung Berlapis:** Menggabungkan bidang masif, *secondary skin*, kaca *Low-E*, dan vegetasi.
- **Bukaan Terkontrol:** Mengoptimalkan pencahayaan alami tanpa menambah beban panas berlebih.

- **Infrastruktur Hijau:** Mengintegrasikan RWH, RTH 23%, dan energi surya.
- **Efisiensi Vertikal:** Menggabungkan fungsi *mixed-use* dalam satu kawasan terpadu.

5. KESIMPULAN

Analisis matahari secara efektif menjadi dasar perumusan strategi selubung bangunan *mixed-use high-rise* di Sentul City. Paparan radiasi tinggi pada fasad barat direspons melalui integrasi massa, *secondary skin*, kaca *Low-E*, bukaan terkontrol, dan *vertical greenery*. Strategi selubung yang dipadukan dengan *rainwater harvesting*, panel surya, dan RTH 23% membuktikan bahwa pendekatan responsif iklim dapat menyatu harmonis dengan fungsi dan estetika arsitektur modern. Penelitian lanjutan disarankan melakukan simulasi kuantitatif energi (*OTTV*, *solar heat gain*, dan *cooling load*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 6389:2020: Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung. BSN.
2. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung (SNI 03-6572-2001). Depkimpraswil.
3. GhaffarianHoseini, A., Tookey, J., GhaffarianHoseini, A., Yusoff, S. M., & Hassan, N. B. (2016). State of the art of rainwater harvesting systems towards promoting green built environments: A review. *Desalination and Water Treatment*, 57(1), 95–104. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1021097>
4. Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons.
5. Green Building Council Indonesia. (n.d.). GREENSHIP New Building. <https://gbcindonesia.org/greens/new>
6. Lechner, N. (2015). *Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects* (4th ed.). Wiley.
7. Neufert, E., & Neufert, P. (2019). *Architects' data* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
8. Olgyay, V. (2015). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism* (New and expanded ed.). Princeton University Press.
9. Pemerintah Kabupaten Bogor. (2024). Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 1 Tahun 2024 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2024–2044. Pemerintah Kabupaten Bogor.
10. Perini, K., Ottel  , M., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, 46(11), 2287–2294. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.009>
11. Su, M., Jie, P., Li, P., Yang, F., Huang, Z., & Shi, X. (2023). A review on the mechanisms behind thermal effect of building vertical greenery systems (VGS): Methodology, performance and impact factors. *Energy and Buildings*. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113785>
12. Teston, A., Scolaro, T. P., Maykot, J. K., & Ghisi, E. (2022). Comprehensive environmental assessment of rainwater harvesting systems: A literature review. *Water*, 14(17), Article 2716. <https://doi.org/10.3390/w14172716>
13. U.S. Department of Energy. (n.d.). Commercial and residential building energy codes: ASHRAE Standard 90.1. <https://www.energycodes.gov/commercial-and-residential-building-energy-codes>
14. Wong, N. H., Chen, Y., Ong, C. L., & Sia, A. (2003). Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Building and Environment*, 38(2), 261–270. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00066-5)
15. Yeang, K. (1999). *The green skyscraper: The basis for designing sustainable intensive buildings*. Prestel.
16. ASHRAE. (2022). ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2022: Energy standard for sites and buildings except low-rise residential buildings. ASHRAE.