

## STUDI KOMPARASI DESAIN *SECONDARY SKIN* TERHADAP *SHADING AREA* PARKIR TOWER UNDIP TEMBALANG

**Achda Ichdal Umam**

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
d300220149@student.ums.ac.id

**Rini Hidayati**

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
rh215@ums.ac.id

### ABSTRAK

*Area parkir Tower Universitas Diponegoro (UNDIP) Tembalang merupakan ruang semi terbuka yang rentan terhadap paparan sinar matahari langsung, yang berpotensi meningkatkan suhu kendaraan dan menurunkan kenyamanan termal akibat radiasi panas berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja shading dari dua alternatif desain Secondary Skin guna mereduksi paparan matahari pada area tersebut. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif melalui simulasi shadow study pada perangkat lunak SketchUp. Simulasi dilakukan pada tanggal 21 Juni untuk menangkap kondisi ekstrem pada pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi eksisting memiliki rata-rata area terbayangi sebesar 93,7%, dengan kinerja terendah terjadi pada pukul 15.00 WIB (90,6%) akibat paparan matahari Barat. Penerapan Secondary Skin terbukti meningkatkan efektivitas naungan secara signifikan. Desain 1 teridentifikasi sebagai varian paling optimal dengan efektivitas total 97,1%, mengungguli Desain 2 yang mencapai 96,6%. Pada waktu kritis sore hari, Desain 1 mampu memberikan perlindungan hingga 95,7%, sedangkan Desain 2 hanya 94,4%.*

### KEYWORDS:

*secondary Skin; shadow study; area parkir; shading; kenyamanan termal, Tower UNDIP Tembalang*

## PENDAHULUAN

Bangunan di wilayah beriklim tropis seperti Indonesia menghadapi tantangan berupa intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun. Kondisi tersebut dapat menyebabkan paparan sinar matahari langsung pada ruang-ruang semi terbuka, seperti area parkir yang berpotensi menurunkan kenyamanan pengguna. Area parkir yang tidak terlindungi secara optimal cenderung mengalami peningkatan panas akibat radiasi matahari langsung. Salah satu strategi desain arsitektur yang diterapkan untuk merespon kondisi tersebut adalah penggunaan *secondary skin*.

*Secondary skin* merupakan konsep selubung bangunan yang terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan dalam (*inner skin*) dan lapisan luar (*outer skin*), yang membentuk ruang rongga diantaranya (Nugroho, 2012). Elemen ini diterapkan pada bagian terluar fasad bangunan dan berfungsi tidak hanya sebagai

unsur estetika, tetapi juga sebagai pengendali pengaruh cahaya matahari terhadap bangunan (Rahadian dkk., 2021). Perbedaan bentuk, pola, dan material *secondary skin* akan menghasilkan karakter bayangan yang berbeda pula, sehingga memengaruhi tingkat perlindungan terhadap paparan matahari.

Area parkir pada Tower Universitas Diponegoro (UNDIP) Tembalang terletak pada struktur podium dari lantai dasar hingga lantai 5, memiliki karakteristik ruang semi terbuka dengan bukaan lebar tanpa selubung dinding masif pada sisi fasadnya. Kondisi ini menyebabkan area parkir rentan terhadap paparan sinar matahari langsung, terutama pada jam-jam tertentu. Paparan tersebut menyebabkan permukaan lantai dan elemen bangunan menerima panas berlebih yang kemudian dapat dipancarkan kembali ke lingkungan sekitarnya (*re-radiation*) (Givoni, 1998). Selain itu, paparan matahari langsung juga berpotensi meningkatkan suhu kendaraan yang terparkir

dalam jangka waktu lama (Grundstein et al., 2011).

Keberadaan *secondary skin* pada fasad bangunan berpotensi membentuk bayangan dan mengurangi intensitas radiasi matahari yang mencapai area parkir. Namun demikian, efektivitas pembentukan *shading* sangat dipengaruhi oleh desain *secondary skin* yang diterapkan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengkaji dan membandingkan kinerja dua desain *secondary skin* dalam membentuk *shading* pada area parkir Tower UNDIP Tembalang.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana perbedaan pengaruh dua desain *secondary skin* terhadap paparan sinar matahari pada area parkir Tower UNDIP Tembalang serta bagaimana perbedaan pola dan luasan bayangan yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja *shading* dari dua desain *secondary skin* terhadap paparan matahari pada area parkir Tower UNDIP Tembalang sebagai dasar pertimbangan perancangan bangunan yang lebih responsif terhadap iklim tropis.

## KAJIAN PUSTAKA

### ***Secondary Skin* sebagai Elemen Fasad Bangunan**

*Secondary skin* atau *double skin façade* adalah lapisan fasad tambahan yang berfungsi sebagai pengontrol radiasi matahari dan peningkatan kenyamanan termal bangunan melalui ventilasi dan *shading* (Francesco Goia, 2016). Menurut Ernawati & Pakaya (2023), penggunaan *secondary skin* pada fasad bangunan di Indonesia penting karena iklim tropis memiliki intensitas penyinaran matahari yang tinggi, dan *secondary skin* dapat berfungsi tidak hanya sebagai pelindung dari panas tetapi juga meningkatkan estetika fasad. Sementara itu, Oxman (2010) menjelaskan bahwa desain *secondary skin* dapat disesuaikan dengan bentuk, fungsi, dan karakter iklim untuk mencapai efisiensi termal. Penggunaan *secondary skin* terbukti dapat

menurunkan beban pendinginan dan meningkatkan kenyamanan ruang, terutama pada wilayah beriklim panas (Acosta et al., 2011).

### **Paparan Matahari dan *Shading* pada Bangunan Tropis**

Bangunan di iklim tropis menerima intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun. Menurut Givoni (1998), paparan sinar matahari langsung pada permukaan bangunan dapat menyebabkan peningkatan suhu material yang kemudian dipancarkan kembali ke lingkungan sekitar (*re-radiation*). Kondisi ini sangat terasa pada ruang semi terbuka seperti. Olgyay (2015) menekankan bahwa strategi *shading* merupakan salah satu pendekatan utama dalam desain arsitektur tropis untuk mengurangi dampak radiasi matahari langsung. *Shading* berfungsi untuk membatasi sinar matahari yang mengenai permukaan bangunan atau area tertentu, sehingga dapat menurunkan panas yang diterima.

### **Pengaruh Desain *Secondary Skin* terhadap Pembentukan *Shading***

Desain *secondary skin* memiliki pengaruh langsung terhadap pola dan luasan bayangan yang terbentuk. Menurut Szokolay (2014), efektivitas *shading* dipengaruhi oleh orientasi bangunan, sudut datang matahari, serta bentuk dan konfigurasi elemen pembayangan. Variasi desain *secondary skin*, seperti pola vertikal, horizontal, atau perforasi, akan menghasilkan karakter bayangan yang berbeda pada waktu tertentu.

Penelitian oleh Purwanto (2016) menunjukkan bahwa elemen fasad yang dirancang sebagai *shading* mampu mengurangi paparan radiasi matahari secara signifikan pada area di sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa *secondary skin* dapat berfungsi sebagai alat pengendali paparan matahari apabila dirancang sesuai dengan kondisi iklim dan orientasi bangunan.

### **Area Parkir sebagai Ruang Semi Terbuka**

Area parkir pada ruang semi terbuka rentan terhadap paparan sinar matahari langsung. Grundstein et al, (2011) menjelaskan bahwa paparan matahari pada area parkir tidak hanya meningkatkan suhu lingkungan,

tetapi juga berdampak pada peningkatan suhu kendaraan yang terparkir dalam waktu lama. Oleh karena itu penerapan elemen pembayangan seperti *secondary skin* menjadi penting untuk mengurangi intensitas paparan matahari pada area parkir. Melalui pembentukan *shading* yang optimal, *secondary skin* berpotensi memberikan perlindungan terhadap radiasi matahari langsung pada area tersebut.

### Standar dan Regulasi Terkait Pengendalian Paparan Matahari

Pengendalian paparan radiasi matahari pada bangunan merupakan bagian dari perancangan bangunan yang *responsive* terhadap iklim. Dalam SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, disebutkan bahwa pengurangan beban panas akibat radiasi matahari dapat dilakukan melalui penerapan strategi desain pasif, termasuk pengaturan fasad dan elemen pembayangan. Oleh karena itu, penggunaan *secondary skin* sebagai elemen fasad dapat berperan dalam membentuk *shading* dan mengurangi paparan sinar matahari langsung pada area di sekitar bangunan, termasuk area parkir.

## METODE PENELITIAN

### Metode dan Jenis Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif dengan metode analisis bayangan untuk membandingkan kinerja dua desain *secondary skin* terhadap paparan sinar matahari pada area parkir Tower UNDIP Tembalang. Pendekatan kuantitatif digunakan karena analisis dilakukan berdasarkan perhitungan luasan bayangan melalui data visual pada waktu tertentu, sedangkan metode komparatif digunakan untuk menilai perbedaan kinerja antar alternatif desain *secondary skin*. Menurut Creswell (2018), metode komparatif memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif desain berdasarkan parameter yang sama.

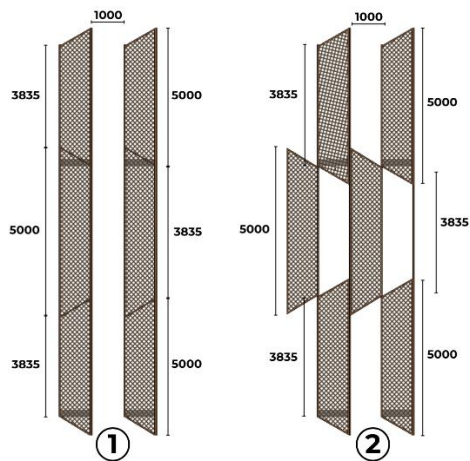
Dalam konteks penelitian ini, data kuantitatif diperoleh dari perhitungan luasan bayangan melalui simulasi visual pada waktu tertentu. Studi komparasi kemudian digunakan untuk menganalisis perbedaan luasan bayangan yang dihasilkan oleh dua desain *secondary skin* dibandingkan dengan kondisi eksisting. Analisis bayangan dilakukan menggunakan fitur *shadow* pada perangkat lunak SketchUp sebagai media simulasi paparan matahari.

### Lokasi dan Objek Penelitian

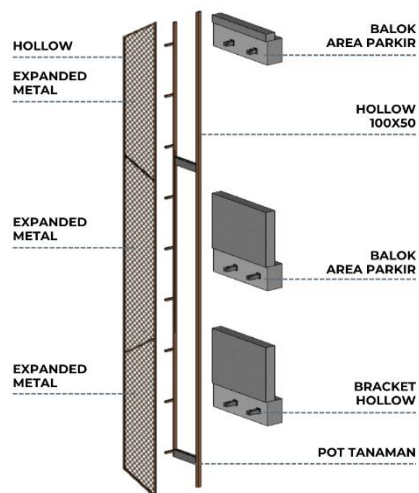
Penelitian ini mengambil objek studi pada area parkir Tower Universitas Diponegoro (UNDIP) Tembalang, berlokasi di Jl. Prof. Eko Budihardjo, Tembalang yang merupakan area kampus Universitas Diponegoro. Area parkir secara spesifik berada pada struktur podium gedung, mulai dari lantai dasar hingga lantai 5. Area ini merupakan ruang semi terbuka yang memiliki bukaan lebar pada sisi fasad tanpa dinding masif, sehingga memiliki paparan radiasi matahari secara langsung. Objek penelitian difokuskan pada penerapan alternatif desain *secondary skin* pada fasad area parkir tersebut.



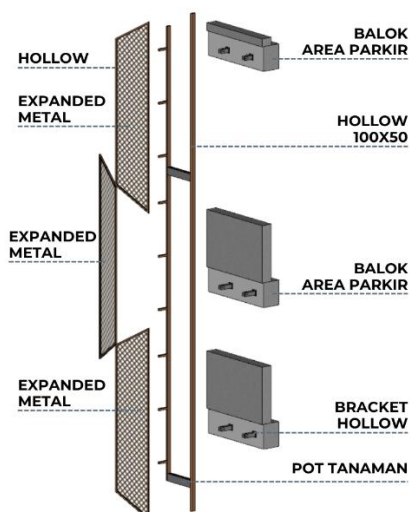
Gambar 1. Lokasi Penelitian dan Orientasi Matahari.  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



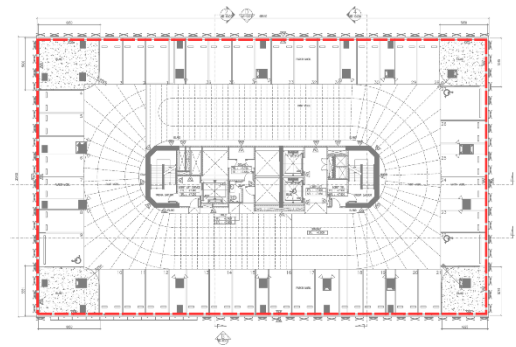
**Gambar 2. Alternatif Desain *Secondary Skin*.**  
(Sumber: Desain Penulis, 2025)



**Gambar 3. Detail Material *Secondary Skin* 1.**  
(Sumber: Desain Penulis, 2025)



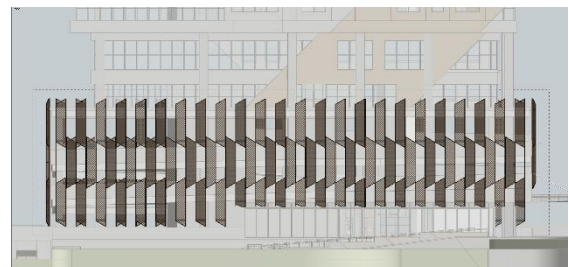
**Gambar 4. Detail Material *Secondary Skin* 2.**  
(Sumber: Desain Penulis, 2025)



**Gambar 5. Denah penempatan *Secondary Skin*.**  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



**Gambar 6. Tampak penempatan desain *Secondary Skin* 1.**  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



**Gambar 7. Tampak penempatan desain *Secondary Skin* 2.**  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Penelitian ini membandingkan dua desain *secondary skin* dengan menggunakan material yang sama. Kedua desain tersebut diuji melalui simulasi bayangan pada perangkat lunak SketchUp untuk mendapatkan data luasan bayangan yang dihasilkan kedua desain tersebut

### Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian akan dilakukan sebagai berikut:

#### 1) Identifikasi Masalah

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang terjadi pada area parkir Tower UNDIP Tembalang, yaitu tingginya

paparan sinar matahari langsung pada area parkir Tower UNDIP Tembalang yang merupakan area semi terbuka dan berpotensi menerima radiasi matahari dalam durasi panjang. Kondisi tersebut menjadi dasar perlunya kajian mengenai pembentukan *shading* melalui penerapan *secondary skin*.

## 2) Pengumpulan Data Teknis

Setelah tahap identifikasi masalah, penelitian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan area parkir Tower UNDIP Tembalang untuk mengidentifikasi kondisi eksisting area parkir, orientasi bangunan, serta posisi area parkir terhadap lintasan matahari. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur yang berkaitan dengan konsep *secondary skin*, strategi *shading*, paparan matahari pada bangunan tropis, serta standar teori pendukung terkait pengendalian radiasi matahari.

## 3) Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menguji efektivitas desain melalui penetapan variable dan komparasi hasil simulasi:

- Simulasi dilakukan dengan memodelkan kondisi eksisting Tower UNDIP Tembalang serta dua desain *secondary skin* pada perangkat lunak SketchUp. Analisis dilakukan pada jam-jam tertentu, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB. Pemilihan waktu ini didasarkan pada tinjauan literatur Acosta et al. (2011) yang menyatakan bahwa ketiga waktu tersebut merepresentasikan fase kritis pergerakan matahari harian. Selain itu, menurut Mangunwijaya (1980), rentang waktu ini merupakan periode krusial untuk perlindungan radiasi matahari di iklim tropis guna menjaga kenyamanan termal. Hasil simulasi berupa visualisasi dan luasan bayangan yang terbentuk pada area parkir pada jam-jam tersebut.

- Penentuan Variabel: Dalam penelitian ini variabel bebas berupa dua desain *secondary skin* dengan karakteristik bentuk dan pola yang berbeda, sedangkan variable tetap berupa luasan bidang bukaan area parkir Tower UNDIP Tembalang dan posisi bukaan terhadap paparan sinar matahari
- Komparasi Hasil Simulasi: Data visual yang diperoleh dibandingkan untuk melihat Persentase luasan bayangan yang dihasilkan oleh masing-masing desain *secondary skin*. Perbandingan ini digunakan untuk menilai sejauh mana perbedaan desain *secondary skin* memengaruhi pengurangan paparan sinar matahari pada area parkir Tower UNDIP Tembalang.
- Perhitungan Persentase area terbayangi dilakukan secara digital menggunakan fitur Entity Info pada perangkat lunak SketchUp. Langkah ini dilakukan dengan menyeleksi permukaan bayangan yang terbentuk di area parkir untuk mendapatkan data luasannya secara presisi. Persentase eektivitas bayangan kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Luas Area Terbayangi}}{\text{Total Luas Area Parkir}} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi eksisting area parkir Tower UNDIP Tembalang



Gambar 8. Perspektif Area Parkir Tower UNDIP Tembalang.

(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

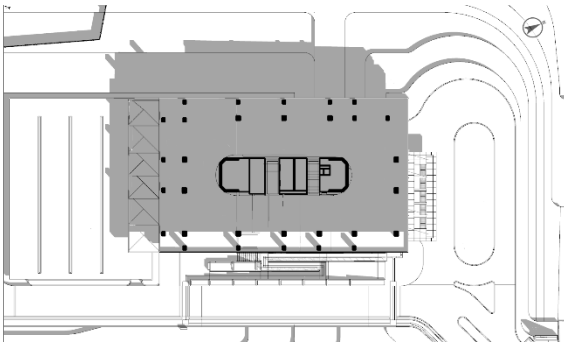


Gambar 9. Tampak Timur Eksisting Area Parkir.  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

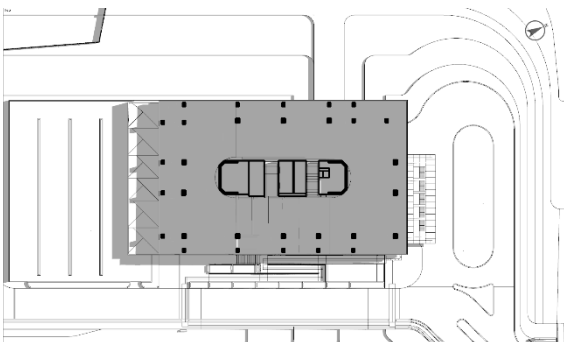
Kondisi eksisting objek penelitian berupa gedung 21 lantai dengan area parkir terbuka yang terletak pada lantai dasar sampai lantai 5. Area parkir yang menjadi fokus penelitian (ditandai dengan garis berwarna merah) memiliki desain fasad terbuka tanpa elemen peneduh tambahan, sehingga terpapar radiasi matahari secara langsung.

#### Hasil *Shadow study* Kondisi Eksisting

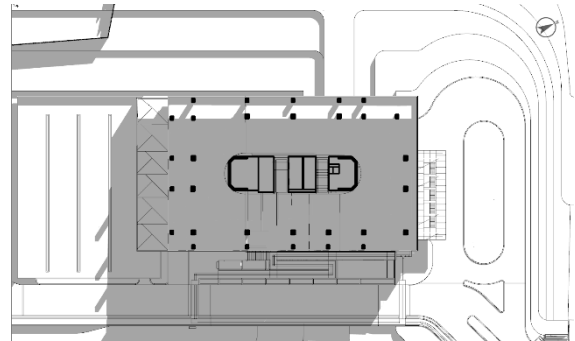
Analisis bayangan pada kondisi eksisting digunakan sebagai acuan awal untuk perbandingan. Simulasi dilakukan pada tanggal 21 Juni (Titik balik matahari) untuk melihat kondisi ekstrem.



Gambar 10. Top View pukul 09.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 11. Top View pukul 12.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 12. Top View pukul 15.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

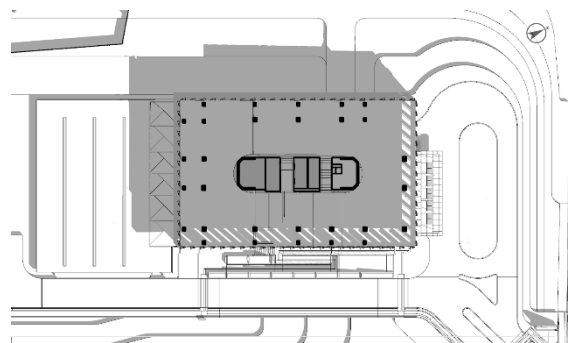
Table 1. Hasil *Shadow study*  
Kondisi Eksisting

| Waktu     | Deskripsi Visual Bayangan                                        | Persentase Area Terbayangi |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 09.00 WIB | Matahari rendah dari Timur, bayangan hanya jatuh di sisi Gedung. | 90.7%                      |
| 12.00 WIB | Matahari tepat di atas.                                          | 100%                       |
| 15.00 WIB | Matahari Barat terpapar langsung ke seluruh baris parkir         | 90.6%                      |

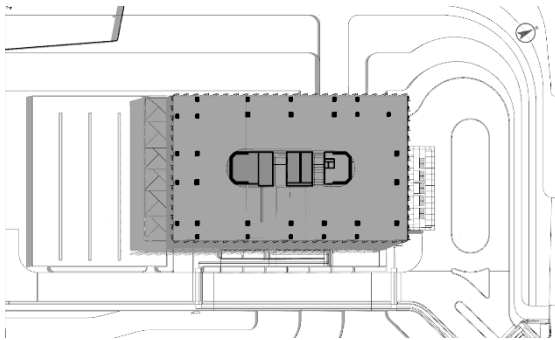
**Keterangan:** Nilai persentase diperoleh melalui perhitungan luas area bayangan (*Entity Info*) dibagi dengan total luas area parkir pada model SketchUp.

Berdasarkan hasil analisis *shadow study* pada area parkir Tower UNDIP Tembalang, ditemukan bahwa kondisi eksisting area tersebut sebenarnya telah memiliki tingkat perlindungan bayangan yang cukup dengan rata-rata persentase sebesar 93,7%.

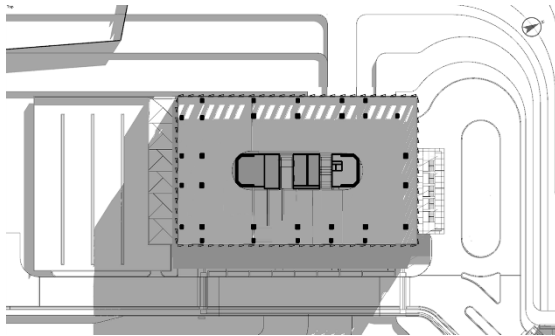
#### Hasil *Shadow study* Desain *Secondary Skin* 1



Gambar 13. Top View pukul 09.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 14. *Top View* pukul 12.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 15. *Top View* pukul 15.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

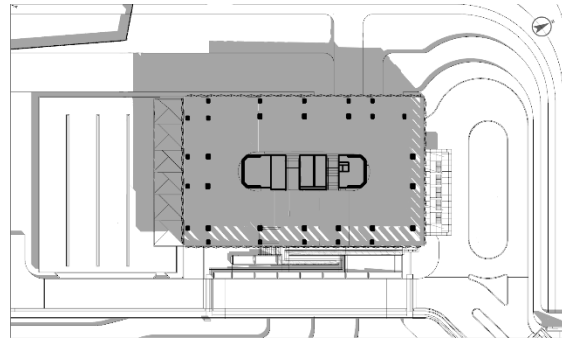
Table 2. Hasil *Shadow study*  
*Secondary Skin 1*

| Waktu     | Deskripsi Visual Bayangan                                        | Persentase Area Terbayangi |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 09.00 WIB | Matahari rendah dari Timur, bayangan hanya jatuh di sisi gedung. | 95.8%                      |
| 12.00 WIB | Matahari tepat di atas.                                          | 100 %                      |
| 15.00 WIB | Matahari Barat terpapar langsung ke seluruh baris parkir         | 95.7%                      |

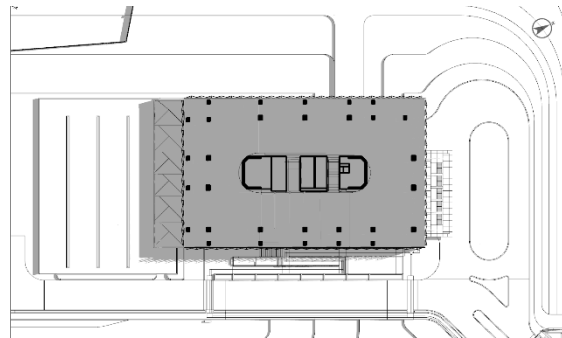
**Keterangan:** Nilai persentase diperoleh melalui perhitungan luas area bayangan (*Entity Info*) dibagi dengan total luas area parkir pada model SketchUp.

Rata-rata persentase area terbayangi sepanjang hari yaitu 97,1%. Desain *Secondary Skin 1* menunjukkan performa *shading* yang konsisten sepanjang hari, selisih Persentase cakupan bayangan antara pagi pukul 09.00 WIB dan sore 15.00 WIB sangat tipis, yakni berkisar 0.1% (95,8 berbanding 95,7%).

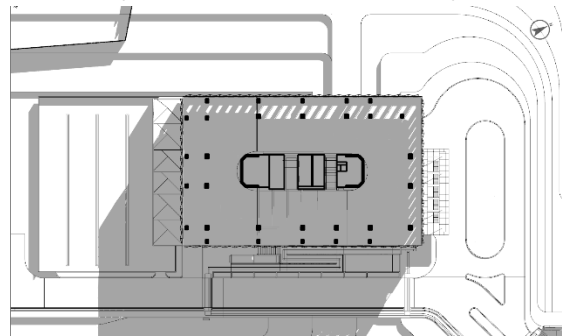
## Hasil *Shadow study* Desain *Secondary Skin 2*



Gambar 16. *Top View* pukul 09.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 17. *Top View* pukul 12.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)



Gambar 18. *Top View* pukul 15.00 WIB  
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Table 3. Hasil *Shadow study*  
*Secondary Skin 2*

| Waktu     | Deskripsi Visual Bayangan                                        | Persentase Area Terbayangi |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 09.00 WIB | Matahari rendah dari Timur, bayangan hanya jatuh di sisi Gedung. | 95.5%                      |
| 12.00 WIB | Matahari tepat di atas.                                          | 100%                       |
| 15.00 WIB | Matahari Barat terpapar langsung ke seluruh baris parkir         | 94.4%                      |

**Keterangan:** Nilai persentase diperoleh melalui perhitungan luas area bayangan (*Entity Info*) dibagi dengan total luas area parkir pada model SketchUp.

Rata-rata persentase area terbayangi sepanjang hari yaitu 96,6%. Terdapat penurunan kinerja pada pukul 15.00 WIB menjadi 94,4%. Pola selang-seling pada desain *Secondary Skin* 2 kemungkinan menyebabkan adanya celah kecil yang membiarkan cahaya matahari sore masuk.

### Perbandingan Kinerja *Shading* antar Desain *Secondary Skin*

Table 4. Komparasi Hasil *Shadow study*  
*Secondary Skin*

| Waktu     | Eksisting | Desain 1 | Desain 2 |
|-----------|-----------|----------|----------|
| 09.00 WIB | 90.7%     | 95.8%    | 95.5%    |
| 12.00 WIB | 100%      | 100%     | 100%     |
| 15.00 WIB | 90.6%     | 95.7%    | 94.4%    |
| Total     | 93.7%     | 97.1%    | 96.6%    |

**Keterangan:** Nilai persentase diperoleh melalui perhitungan luas area bayangan (*Entity Info*) dibagi dengan total luas area parkir pada model SketchUp.

Kedua Desain *secondary skin* berhasil meningkatkan area bayangan dibandingkan kondisi eksisting, Desain *Secondary Skin* 1 dipilih sebagai solusi terbaik karena konsisten dalam memberikan proteksi paparan matahari pada waktu pagi dan sore hari dengan efektivitas rata-rata 97,1%. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi pada Desain *Secondary Skin* 1 lebih optimal dalam menghalangi radiasi matahari langsung, khususnya pada waktu kritis sore hari. Keunggulan ini disebabkan oleh pola *secondary skin* pada desain 1 yang memiliki kerapatan bidang yang lebih konsisten, sehingga mampu memblokir sudut jatuh matahari yang rendah dari arah Barat secara lebih efektif.

Sebaliknya, penurunan performa pada Desain *Secondary Skin* 2 (94,4%) diakibatkan oleh pola selang-seling yang diterapkan. Konfigurasi ini menciptakan celah-celah antar panel yang meskipun estetis, memberikan jalur bagi sinar matahari sore untuk menembus masuk ke area parkir ketika posisi matahari sejajar dengan

bukaan tersebut. Oleh karena itu, Desain *Secondary Skin* 1 dinilai lebih responsive terhadap karakteristik lintasan matahari di Lokasi tapak dibandingkan Desain *Secondary Skin* 2.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis paparan matahari pada area parkir Tower UNDIP Tembalang, ditemukan bahwa kondisi eksisting area tersebut sebenarnya telah memiliki tingkat perlindungan bayangan yang cukup dengan total persentase sebesar 93,7%. Meskipun pada pukul 12.00 WIB seluruh area terbayangi sepenuhnya (100%) karena posisi matahari berada tepat di atas bangunan, namun kondisi pada pagi dan sore hari masih menunjukkan adanya celah paparan. Titik paling kritis ditemukan pada pukul 15.00 WIB di mana matahari Barat terpapar langsung ke seluruh baris parkir dengan persentase area terbayangi terendah, yakni sebesar 90,6%.

Penerapan *secondary skin* terbukti memberikan peningkatan efektivitas naungan yang signifikan pada area parkir tersebut. Dari kedua model yang diuji, Desain 1 merupakan opsi yang paling optimal dengan efektivitas naungan rata-rata total mencapai 97,1%, mengungguli Desain 2 yang mencapai 96,6%. Keunggulan Desain 1 sangat terlihat pada waktu kritis pukul 15.00 WIB dengan kemampuan memberikan bayangan hingga 95,7%, sedangkan Desain 2 hanya mencapai 94,4%. Dengan demikian, penerapan Desain 1 direkomendasikan sebagai solusi terbaik untuk meminimalisir paparan radiasi matahari Barat dan meningkatkan kenyamanan di area parkir Tower UNDIP Tembalang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, I., Navarro, J., & Sendra, J. J. (2011). Towards an analysis of the performance of double skin façades in Southern Europe. *Energy and Buildings*, 43(1), 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.08.016>.

- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung* (SNI 03-6572-2001). Badan Standardisasi Nasional.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Ernawati, E., & Pakaya, M. (2023). Bentuk *Secondary Skin* pada rancangan fasad Laboratorium Forensik Polri. *Journal of Building Architecture*, 1(1), 6–9. <https://doi.org/10.56190/jba.v1i1.5>.
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. Van Nostrand Reinhold.
- Goia, F. (2016). Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates: A parametric study. *Energy and Buildings*, 114, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.073>.
- Grundstein, A., Dowd, J., & Meentemeyer, V. (2011). Quantifying the heat-related hazard for children in motor vehicles. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(12), 1591–1598.
- Mangunwijaya, Y. B. (1980). *Pasal-pasal pengantar fisika bangunan*. Gramedia.
- Nugroho, M. S. P. (2012). *Seni ornamen Nusantara sebagai Secondary Skin bagi sun control pada bangunan*. Program Studi Arsitektur Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Olgyay, V. (2015). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism* (4th ed.). Princeton University Press.
- Oxman, R. (2010). Performance-based design: Current practices and research issues. *International Journal of Architectural Computing*, 8(4), 439–452.
- Purwanto, L. M. F. (2016). Solar heat transfer in architectural glass facade in Semarang Indonesia. *ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 13(2), 147–152.
- Rahadian, E. Y., Dwiastuti, W., Maretia, N. A., & Fitriani, B. (2021). Pengaruh *Secondary Skin* fasade bangunan terhadap kualitas pencahayaan alami ruang kerja. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 2(2). <https://doi.org/10.26760/terracotta.v2i2.4688>.
- Szokolay, S. V. (2014). *Introduction to architectural science: The basis of sustainable design* (3rd ed.). Routledge.