

# Prinsip Perlindungan Baki Telur sebagai Konsep *Protective Enclosure* dalam Arsitektur

Ayesha Aramita L. Malonda<sup>1</sup>, Karry E. H. Umboh<sup>2</sup>, Santoni<sup>3</sup>, Ronald R. Tampinongkol<sup>4</sup>, Jonathan F. Ijong<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Dosen Jurusan Teknik Arsitektur, Universitas Nusantara Manado

<sup>1</sup>ayesha@nusantara.ac.id, <sup>2</sup>karry@nusantara.ac.id, <sup>3</sup>santoni@nusantara.ac.id, <sup>4</sup>ronaldtampinongkol2@gmail.com, <sup>5</sup>jonathan@nusantara.ac.id

## Abstrak

Kebutuhan akan ruang privat yang tidak hanya fungsional tetapi juga memberikan rasa aman, ketenangan, dan pengalaman spasial yang intim semakin mendesak dalam desain arsitektur kontemporer. Konsep perlindungan seringkali diterjemahkan secara literal melalui pembatas fisik, namun kurang mengeksplorasi potensi simbolik dari objek sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi proses translasi analogi baki telur sebagai objek yang secara inheren memiliki prinsip perlindungan dan modularitas, menjadi sebuah kerangka konseptual yang disebut *Protective Enclosure*. Analogi baki telur dipilih karena kemampuannya dalam menciptakan sel-sel individual yang terpisah namun terorganisir dalam sebuah wadah pelindung. Metode penelitian yang digunakan adalah Analisis Analogi Tiga Fase (Bentuk, Fungsi, dan Makna) yang menggabungkan pendekatan analogi langsung dan simbolik. Tahapan penelitian meliputi observasi morfologis baki telur, abstraksi prinsip fungsionalnya (proteksi dan keteraturan), dan interpretasi makna simboliknya (keamanan dan ketenangan). Hasilnya menunjukkan bahwa analogi baki telur dapat diterjemahkan menjadi modul ruang dengan batas-batas yang jelas (privasi visual dan akustik) dan tata massa yang efisien, meniru struktur saling kunci pada baki. Secara simbolik, translasi ini berhasil menciptakan suasana ruang yang membungkus dan bersifat introspektif, memenuhi kebutuhan akan intimacy dan rasa aman spasial. Penelitian ini berkontribusi dalam memperluas metode perancangan berbasis analogi objek untuk menghasilkan desain yang kaya makna dan responsif terhadap kebutuhan psikologis pengguna.

Kata kunci: analogi arsitektur, *protective enclosure*, ruang privat, baki telur, modularitas.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan mendasar manusia terhadap ruang privat telah menjadi isu krusial dalam desain arsitektur. Fenomena urbanisasi dan kepadatan lingkungan mendorong pergeseran fokus desain dari sekadar pemenuhan fungsi, menjadi penciptaan pengalaman spasial yang mampu menawarkan ketenangan dan rasa aman (Pallasmaa, 2005). Ruang yang ideal harus mampu berfungsi sebagai wadah perlindungan (*enclosure*) yang memutus koneksi dari gangguan eksternal tanpa mengorbankan kualitas cahaya alami dan sirkulasi udara. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan konseptual yang inovatif untuk menerjemahkan prinsip perlindungan ini ke dalam bentuk arsitektur.

Pendekatan analogi telah lama diakui sebagai metode perancangan yang kuat untuk mengekstraksi nilai, bentuk, atau karakter dari suatu objek, yang kemudian diterjemahkan ke dalam tatanan arsitektural (Antoniades, 1992). Analogi berfungsi sebagai mekanisme sentral untuk mengubah hasil analisis menjadi sintesis desain (Broadbent, 1980). Penelitian terkait analogi telah banyak mengupas objek alam, budaya, atau mesin, namun eksplorasi terhadap objek keseharian dengan fungsi protektif yang jelas, seperti baki telur, masih terbatas.

Baki telur merupakan objek yang secara universal melambangkan perlindungan, ketenangan, dan keteraturan. Secara struktural, baki telur memiliki bentuk sel individual yang berulang, dipisahkan secara fisik, namun terikat dalam satu sistem kesatuan. Karakter ini, yang berfungsi melindungi elemen di dalamnya dari benturan, memiliki potensi besar untuk diterjemahkan menjadi konsep *Protective Enclosure* dalam arsitektur. Konsep ini bertujuan menciptakan ruang di mana setiap unit (atau sel ruang) memiliki privasi maksimal sekaligus terorganisir dalam tata massa yang teratur (Ching, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilaksanakan dengan alasan utama untuk mengisi kekosongan pemahaman mengenai potensi translasi fungsional dan simbolik objek baki telur ke dalam prinsip desain arsitektur. Tujuan utama penelitian ini adalah menjelaskan secara sistematis proses konseptualisasi dan transformasi Prinsip Perlindungan Baki Telur menjadi kerangka desain *Protective Enclosure*. Novelty dari penelitian ini terletak pada pemodelan Analisis Analogi Tiga Fase (Bentuk, Fungsi, dan Makna) terhadap objek baki telur untuk secara eksplisit mendefinisikan prinsip-prinsip pembentukan ruang privat, ketenangan, dan keteraturan, yang hasilnya dapat diaplikasikan pada berbagai tipologi arsitektur yang membutuhkan rasa aman spasial.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan Analogi Kombinasi (Combined Analogy Method), yaitu penggabungan antara analogi langsung, analogi simbolik (Broadbent, 1980), dan analogi biologis (Attoe, 1978). Pendekatan ini dipilih karena konsep *Protective Enclosure* tidak hanya bergantung pada peniruan bentuk fisik baki telur, tetapi juga pada interpretasi makna dan prinsip perlindungan yang terkandung di dalamnya. Penelitian dilakukan melalui proses Analisis Analogi Tiga Fase, yang mencakup:

1. Eksplorasi Objek Analogi (Bentuk): Melakukan observasi morfologis dan geometris baki telur, mengidentifikasi pola berulang, kontur cekungan (sel), dan mekanisme strukturalnya. Tahap ini menggunakan pendekatan Analogi Langsung untuk mengidentifikasi elemen bentuk yang dapat diadopsi.
2. Abstraksi Prinsip Fungsional (Fungsi): Menganalisis tujuan baki telur, yaitu melindungi, memisahkan, dan menstabilkan. Fungsi ini diabstraksikan menjadi prinsip arsitektur, seperti Perlindungan Visual, Isolasi Akustik, dan Efisiensi Modul Ruang. Tahap ini didukung oleh Analogi Biologis, yang meniru prinsip efisiensi dan perlindungan sistem alami.
3. Interpretasi Simbolik (Makna): Menerjemahkan makna ketenangan dan rasa aman (telur yang dilindungi) menjadi atmosfer ruang yang intim dan introspektif. Tahap ini menggunakan Analogi Simbolik untuk memperkuat kualitas pengalaman ruang (*intimacy dan safe space*).

Prinsip-prinsip yang dihasilkan dari Analisis Analogi Tiga Fase kemudian diuji melalui Transformasi Morfologis ke dalam skema tata massa dan konfigurasi ruang arsitektural. Proses ini menghasilkan desain yang memprioritaskan privasi melalui orientasi pandang dan soft barrier, serta efisiensi melalui sistem modular yang terinspirasi dari keteraturan baki telur.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Eksplorasi Objek Analogi (Bentuk) pada Baki Telur

#### A. Pola Berulang (*Repetitive Pattern*) pada Baki Telur

Pola berulang pada baki telur merupakan elemen desain struktural yang sangat fundamental dan efisien. Secara visual, baki telur dicirikan oleh susunan sel atau cekungan yang identik dan berjarak teratur, membentuk konfigurasi yang sering kali

menyerupai matriks geometris, seperti 2x6 atau 5x6 sel. Identifikasi pola ini menunjukkan adanya elemen tunggal—yaitu bentuk cekungan individual—yang digunakan berulang kali di seluruh permukaan baki. Keteraturan ini bukan kebetulan, melainkan hasil dari optimasi desain yang bertujuan untuk mencapai fungsionalitas maksimal dengan sumber daya minimal.

Nilai analogi yang dapat diekstrak dari pola berulang ini terletak pada dua domain utama: efisiensi produksi dan integritas struktural. Dari sisi produksi, penggunaan satu cetakan dasar yang sama untuk membuat setiap unit sel secara berulang memungkinkan proses pencetakan massal yang sangat cepat dan hemat biaya. Proses ini meminimalkan kebutuhan tooling yang kompleks dan mengurangi limbah material, secara langsung meningkatkan efisiensi material secara keseluruhan. Prinsip "modularitas" ini—di mana komponen yang sama digunakan untuk membangun keseluruhan sistem—adalah kunci dalam desain industri modern.

Lebih lanjut, dari perspektif struktural, pola berulang memainkan peran penting dalam distribusi beban yang merata. Ketika baki telur ditumpuk (seperti yang umum terjadi dalam penyimpanan dan transportasi), beban vertikal yang dikenakan pada lapisan atas akan disalurkan secara seragam ke sel-sel di bawahnya. Jarak teratur dan bentuk identik memastikan bahwa tidak ada satu pun titik tunggal yang menanggung beban berlebihan. Ini memungkinkan material yang relatif tipis dan ringan (seperti bubur kertas daur ulang) mampu menahan gaya tekan yang signifikan, memastikan bahwa baki telur, yang merupakan objek sensitif, terlindungi dari kerusakan mekanis selama pergerakan. Dengan demikian, pola berulang baki telur adalah perwujudan prinsip "kekuatan melalui organisasi" yang dapat diadopsi dalam berbagai aplikasi desain.

#### B. Kontur Cekungan (*Cell Contour*)

Elemen kunci kedua dalam analisis analogi baki telur adalah Kontur Cekungan (Sel), atau geometri ruang tempat telur diletakkan. Observasi menunjukkan bahwa cekungan ini dirancang secara spesifik, umumnya mengambil bentuk oval-parabola atau setengah bola (hemisferis). Bentuk ini bukanlah desain acak, melainkan hasil penyesuaian yang cermat terhadap objek yang diwadahnya, yaitu telur. Geometri ini memastikan bahwa wadah tersebut memiliki kesesuaian bentuk (*form-fitting*) yang tinggi, memberikan interaksi yang maksimal antara permukaan telur dan dinding baki. Selain cekungan itu sendiri, elemen penting lainnya adalah gundukan atau penyangga vertikal yang terletak di antara setiap sel, bertindak sebagai pemisah dan elemen penguat.

Nilai analogi pertama yang penting dari kontur ini adalah perlindungan dan isolasi gerakan. Kontur cekungan yang dirancang untuk memeluk telur secara erat berfungsi ganda. Pertama, ia menciptakan kontak area maksimal antara telur dan material baki. Kontak area yang besar ini membantu mendistribusikan gaya benturan atau guncangan ke permukaan yang lebih luas, sehingga mengurangi tekanan terpusat yang bisa menyebabkan retak. Kedua, bentuk cekungan yang dalam dan sesuai itu menghambat pergerakan lateral (menyamping) dan vertikal secara signifikan. Dengan membatasi ruang gerak telur, risiko benturan antar-telur atau benturan antara telur dan dinding luar baki selama transportasi dapat diminimalkan secara drastis. Prinsip desain ini mengajarkan pentingnya mengisolasi objek sensitif dan menggunakan bentuk yang sesuai (conforming) sebagai mekanisme perlindungan primer.

Nilai analogi kedua yang fundamental berasal dari prinsip stabilitas struktural yang diwujudkan oleh bentuk melengkung. Kontur cekungan yang berbentuk kurva (bukan datar) secara inheren jauh lebih kuat dalam menahan tekanan vertikal dibandingkan dengan permukaan datar dari material yang sama tipisnya. Hal ini didasarkan pada konsep rekayasa yang dikenal sebagai Struktur Cangkang (*Shell Structure*). Struktur cangkang bekerja dengan mengubah gaya tekan atau tarik yang diterapkan menjadi tegangan tarik dan tekan yang didistribusikan secara merata di sepanjang kurva permukaan. Dengan memanfaatkan geometri cembung dan cekung, baki telur mampu menahan beban tumpukan yang signifikan dengan material yang sangat tipis dan ringan. Prinsip ini menunjukkan bagaimana penggunaan geometri optimal dapat menghasilkan rasio kekuatan terhadap berat yang unggul, sebuah konsep penting yang dapat dianalogikan dalam merancang penutup, kubah, atau kemasan pelindung lainnya.

### C. Mekanisme Struktural (*Structural Mechanism*) pada Baki Telur

Mekanisme struktural adalah bagaimana elemen-elemen bentuk (cekungan dan pola berulang) saling bekerja sama untuk menghasilkan kekuatan dan stabilitas baki telur secara keseluruhan. Secara struktural, baki telur jauh lebih kompleks daripada sekadar deretan cekungan. Mekanisme kuncinya terletak pada dinding tipis yang menghubungkan sel-sel tersebut. Kekuatan utama baki telur berasal dari dua komponen utama: pelengkungan (*curvature*) dari sel itu sendiri (seperti yang dibahas pada poin B) dan penghubung (*webbing*) vertikal yang bertindak sebagai penyangga dan pemisah antar sel. Penggunaan material tipis (seringkali bubur kertas daur ulang atau plastik termofom)

yang dihubungkan melalui geometri yang cerdas ini adalah inti dari mekanisme ini.

Nilai analogi tertinggi dari mekanisme struktural baki telur adalah perwujudan prinsip "Kekuatan melalui Geometri, bukan Massa". Kekuatan Tekan Tinggi: Pelengkungan yang berulang dan gundukan penyangga vertikal di antara cekungan bekerja seperti kolom penyangga atau dinding penopang. Kombinasi cekungan cembung dan cekung ini menciptakan struktur yang sangat efektif dalam menahan beban tekan vertikal, seperti saat baki ditumpuk.

Struktur Sarang Lebah: Mekanisme ini sering dianalogikan dengan struktur sarang lebah (*honeycomb structure*) atau struktur bergelombang (*corrugated structure*). Struktur ini mendistribusikan gaya tekan ke banyak titik, menyalurkannya ke dinding-dinding vertikal, sehingga material yang sangat ringan dan tipis dapat menahan berat yang jauh lebih besar tanpa deformasi. Baki telur memaksimalkan momen inersia relatif terhadap ketebalan materialnya.

Konsep struktural yang dapat diadopsi (analogi) dari mekanisme ini sangat relevan dalam rekayasa material dan desain ringan:

- **Optimalisasi Material:** Baki telur menunjukkan bagaimana desain yang efisien dapat menghasilkan rasio kekuatan-terhadap-berat yang optimal. Desainer belajar bahwa untuk mendapatkan kekuatan, tidak selalu dibutuhkan material tebal, melainkan bentuk (form) yang tepat untuk mengarahkan dan mendistribusikan gaya.
- **Fungsi Bantalan:** Struktur ini juga menciptakan ruang udara di sekitar setiap telur. Gundukan penyangga tidak hanya kaku; mereka juga berfungsi sebagai elemen yang memberikan sedikit fleksibilitas dan bantalan udara saat terjadi guncangan.

Dengan memahami mekanisme struktural ini, desainer dapat mengadopsi prinsip penggunaan struktur cangkang yang saling terhubung (*interconnected shell structure*) untuk menciptakan produk yang kokoh, ringan, dan ekonomis, baik itu untuk kemasan, panel akustik, atau komponen bangunan pra-cetak.

### 3.2. Pendekatan Analogi Langsung

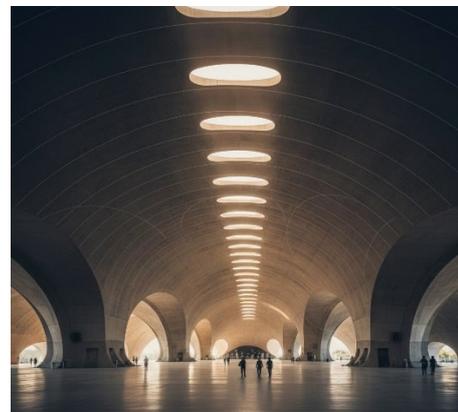
Analogi Langsung (*Direct Analogy*) adalah teknik kreatif di mana desainer mengambil solusi, fitur, atau prinsip dari objek yang ada (objek analog) dan menerapkannya secara langsung ke domain masalah yang berbeda.

1. Menggunakan pola berulang dari elemen berbentuk kurva.
2. Mengoptimalkan rasio kekuatan terhadap berat melalui struktur pelengkungan (kontur cekungan).
3. Menciptakan bantalan udara dan distribusi beban yang optimal.

Tabel 1. Diagram Penjelasan (Visualisasi Konsep)

Elemen Baki Telur	Deskripsi Geometri & Morfologi	Prinsip Struktural (Analogi)
<b>Cekungan</b>	Bentuk kurva (parabola/hemisferis)	<b>Kekuatan Cangkang (Shell Strength):</b> Mentransfer gaya tekan ke samping dan mendistribusikannya secara merata.
<b>Pola</b>	Susunan matriks yang teratur	<b>Modularitas &amp; Efisiensi Material:</b> Kemudahan produksi dan optimalisasi ruang/bahan.
<b>Bahan Tipis</b>	Kertas/plastik yang ringan	<b>Struktur Ringan Berkekuatan Tinggi:</b> Memanfaatkan geometri untuk menahan beban, bukan ketebalan.

- Penerapan: Struktur cangkang memungkinkan bentangan ruang yang sangat luas tanpa memerlukan kolom interior yang masif. Kekuatan didapat dari kurva permukaan itu sendiri, yang mampu menyalurkan beban mati (berat atap sendiri) dan beban hidup (salju, angin) menjadi gaya tekan yang tersebar merata di sepanjang permukaan cangkang dan diteruskan ke fondasi.
- Keuntungan: Arsitek dapat menggunakan beton tipis atau material komposit untuk menutupi area yang luas, menghasilkan struktur yang ringan namun sangat efisien secara material—persis seperti baki telur yang terbuat dari bubur kertas tipis tetapi mampu menahan tumpukan beban.

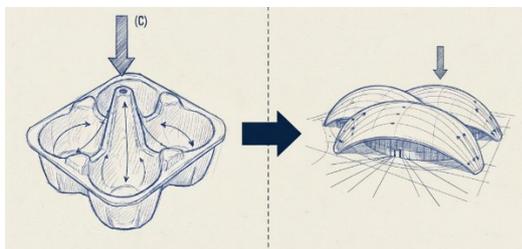


Gambar 2. Contoh Penerapan Konsep Baki Telur dari Struktur Cangkang dalam Arsitektur

### 3.3. Penerapan dalam Arsitektur

Prinsip dasar baki telur—yaitu mencapai kekuatan struktural tinggi melalui geometri lengkung yang berulang dengan material tipis—diadopsi dalam arsitektur melalui konsep struktur cangkang (shell structures) dan struktur pelat lipat (folded plate structures).

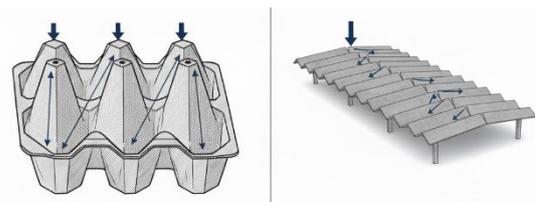
#### 1. Struktur Cangkang (*Shell Structures*)



Gambar 1. Ilustrasi Prinsip Baki Telur terhadap Konsep Struktur Cangkang

- Analogi Konsep: Cekungan individual pada baki telur adalah cangkang kecil yang menahan beban. Dalam arsitektur, ini diwujudkan dalam kubah, atap melengkung (vaults), atau cangkang hiperbolik-paraboloid (hypar shells).

#### 2. Struktur Pelat Lipat (*Folded Plate Structures*)



Gambar 3. Ilustrasi Prinsip Baki Telur terhadap Konsep Struktur Pelat Lipat

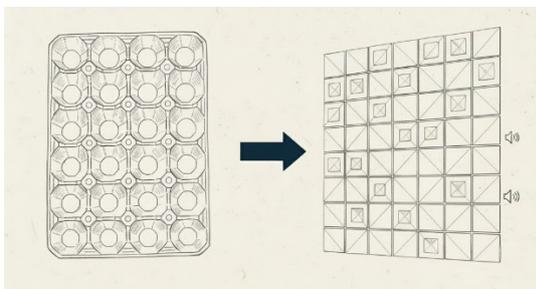
- Analogi Konsep: Gundukan dan dinding penyangga vertikal di antara cekungan baki telur bekerja seperti lipatan. Lipatan ini meningkatkan kekakuan material.
- Penerapan: Pada bangunan, ini diterjemahkan menjadi atap atau dinding yang terdiri dari serangkaian pelat datar yang ditekuk atau dilipat (zigzag). Sama seperti melipat selembar kertas untuk membuatnya berdiri, pelipatan ini meningkatkan momen inersia dan kekakuan struktur secara keseluruhan.

- Keuntungan: Dengan melipat pelat beton atau baja tipis, insinyur dapat menciptakan balok atau atap bentangan panjang yang jauh lebih kuat daripada pelat datar dengan ketebalan yang sama. Ini adalah analogi langsung dari bagaimana profil berulung yang tajam dan teratur (gundukan/lipatan) memberikan kekuatan struktural pada baki telur. Contohnya terlihat pada desain atap hanggar pesawat atau stasiun besar.



Gambar 4. Contoh Aplikasi Struktur Pelat Lipat (Folded Plate Structures)

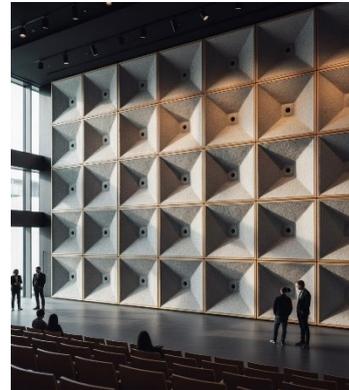
### 3. Panel Fasad dan Akustik Modular



Gambar 5. Ilustrasi Konsep Baki Telur terhadap Panel Fasad dan Akustik Modular

- Analogi Konsep: Pola berulung dan bentuk cekung/cembung pada baki telur menciptakan sistem modular yang ringan.
- Penerapan: Prinsip ini digunakan dalam perancangan panel fasad modular atau panel akustik interior. Bentuk bergelombang atau bercekung-cembung tidak hanya menarik secara visual tetapi juga meningkatkan kekakuan panel dan memberikan kualitas penyerapan/difusi suara yang lebih baik (analog dengan bagaimana baki telur menghambat resonansi).

- Keuntungan: Memungkinkan fabrikasi cepat, instalasi modular, dan penggunaan material yang lebih sedikit untuk mencapai tingkat kekakuan dan fungsionalitas akustik yang diperlukan.



Gambar 6. Penerapan Konsep Baki Telur dalam Panel Fasad dan Akustik Modular

### 4. KESIMPULAN

Eksplorasi morfologis dan geometris pada baki telur mengungkapkan prinsip desain fundamental yang melampaui fungsinya sebagai kemasam, dan prinsip-prinsip ini terbukti sangat berharga dalam konteks desain dan rekayasa arsitektur. Baki telur mengajarkan pelajaran inti tentang efisiensi material dan kekuatan melalui geometri.

No.	Prinsip Kunci Baki Telur	Penerapan Analogi dalam Arsitektur	Dampak (Keuntungan)	Desain
1.	<b>Kontur Cekungan (Kurva)</b>	<b>Struktur Cangkang (Shell Structures):</b> Kubah, vaults, dan cangkang <i>hyper</i> beton tipis.	Memungkinkan bentangan ruang yang sangat luas tanpa kolom (ekonomi ruang), menggunakan material tipis (efisiensi material), dan menghasilkan struktur yang sangat ringan relatif terhadap kekuatannya.	
2.	<b>Gundukan Penghubung (Lipatan)</b>	<b>Struktur Pelat Lipat (Folded Plates):</b> Atap atau dinding <i>zigzag</i> dari beton atau baja tipis.	<b>Meningkatkan kekakuan dan balok</b> (momen inersia) melalui pelipatan, memungkinkan atap bentangan panjang yang lebih tipis dan hemat material dibandingkan pelat datar.	
3.	<b>Pola Berulung Modular</b>	<b>Panel Fasad dan Akustik Modular:</b> Dinding bertekstur, <i>cladding</i> bergelombang, atau panel akustik interior.	<b>Memudahkan fabrikasi massal</b> dan instalasi cepat, serta <b>meningkatkan fungsi ganda</b> (kekakuan struktural dan penyerapan/difusi akustik) hanya dengan mengubah geometri permukaan.	

Tahap eksplorasi ini memastikan bahwa desainer tidak hanya melihat objek analog (baki telur), tetapi juga memahami bagaimana dan mengapa objek tersebut berfungsi secara efektif. Prinsip-prinsip geometris seperti kurva penahan beban dan pola berulang modular kemudian dapat diekstraksi dan menjadi *blueprint* struktural untuk tantangan desain yang baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoniades, A. C. (1992). *Poetics of Architecture: Theory of Design*.<sup>1</sup> New York: Van Nostrand Reinhold.
- Allen, Edward, and Waclaw Zalewski. (1998). *Shaping Structures: Statics, Form, and Design*. New York: John Wiley & Sons.
- Cowan, Henry J. (1978). *Architectural Structures: An Introduction to Structural Mechanics*. New York: Elsevier.
- Chilton, John. (2000). *The Structure of Shells*. London: Thomas Telford Publishing.
- Ching, F. D. K. (2015). *Architecture: Form, Space, and Order (4th ed.)*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.<sup>2</sup>
- Engel, Heino. (2007). *Structure Systems*. Ostfildern: Hatje Cantz.
- Gero, John S. (1990). *Design Prototypes: A Knowledge-Based Approach to Design*. Sydney: Academic Press.
- Isler, Heinz. (1980). *New Shapes for Shells*. Zurich: International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE).<sup>3</sup>
- Lawson, B. (2005). *How Designers Think: The Design Process Demystified (4th ed.)*. Oxford: Architectural Press.<sup>4</sup>
- Otto, Frei, and Ken'ichi Nonogaki. (1967). *Tensile Structures: Design, Construction, and Maintenance of Cable and Membrane Structures*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Pawley, Martin. (1998). *Terminal 4: BAA's Architectural Strategy*. London: Verso.
- Unwin, S. (2014). *Analysing Architecture (4th ed.)*. London: Routledge.<sup>5</sup>
- Zevi, B. (1993). *Architecture as Space: How to Look at Architecture*.<sup>6</sup> New York: Da Capo Press.
- Billington, David P. (1982). *The Tower and the Bridge: The New Art of Structural Engineering*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Gordon, J. E. (1978). *Structures: Or Why Things Don't Fall Down*.<sup>7</sup> New York: Da Capo Press.