

# TRADISI DAN INOVASI MATERIAL FASADE BANGUNAN TINGGI

**Jimmy Priatman**

Staf Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Arsitektur - Universitas Kristen Petra

## ABSTRAK

Para perancang bangunan tinggi menyadari bahwa hasil karya kreativitas perancangannya akan mempengaruhi tatanan lingkungan hidup manusia untuk jangka waktu lama. Berbeda dengan bangunan tinggi masa lalu (piramida agung Giza di Mesir, kuil Parthenon di Yunani, Cliff Palace Mesa Verde di Colorado), bangunan tinggi dewasa ini dirancang dengan perangkat sistem dan material yang mudah dirawat untuk meningkatkan umur bangunan. Gedung-gedung tinggi ini menuntut suatu kinerja dan integrasi prima diantara komponen-komponen utama yang terkait melalui sistem struktur, mekanikal, interior dan sistem selubung bangunan, yang dapat di monitor dan dimodifikasi secara ekstensif.

Fasade bangunan sebagai “epidermis” memainkan peran penting melalui fungsi pelapis luar yang protektif. Serangkaian riset yang telah dilakukan sebagai tindakan responsif untuk menjawab kriteria ini telah menuntun kepada inovasi-inovasi kreatif di bidang material selubung bangunan sebagai material masa depan yang dapat diandalkan.

**Kata kunci:** selubung bangunan, fasade bangunan.

## ABSTRACT

*Designers of tall building realize that the product of their creativity will impact the built environment for hundred of years. Differ from the past (great pyramids Giza Egypt, the Parthenon Athens- Greece, Cliff Palace Mesa Verde- Colorado), current tall buildings are designed with systems and materials to be properly maintained to enhance the life expectancy of the building. These timeless structures demand a higher level of performance and integration among its major components such as structure, mechanical-electrical, interior and envelope system, which can be extensively monitored and modified.*

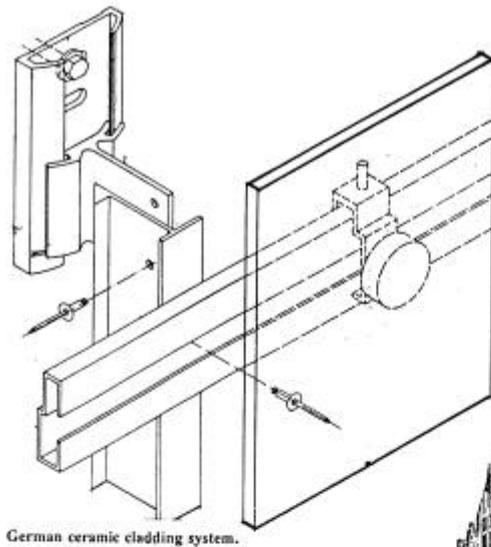
*The building façade as “the epidermis” plays a significant role in the protective outer layer. The research was initiated in response to fulfill this criteria had lead to creative innovations in building envelope materials as a future prospective material.*

**Keywords :** *building envelope, building facade*

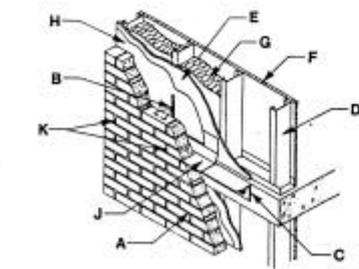
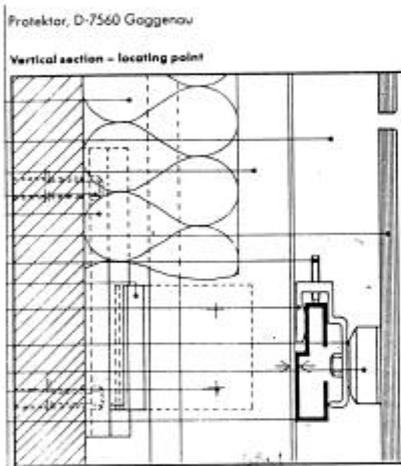
## KINERJA SELUBUNG BANGUNAN DAN PERMASALAHANYA

Pembahasan selubung bangunan meliputi aspek sistem, komponen, material, pengujian dan metode konstruksinya yang keseluruhannya merupakan suatu proses yang berurutan, terkait dan saling menunjang untuk menghasilkan kinerja selubung bangunan prima yang kapabel untuk menjalankan fungsinya sebagai lapisan pelindung luar secara memuaskan. Beberapa kriteria harus dipenuhi oleh suatu sistem selubung bangunan yang baik yang meliputi kriteria lingkungan, struktural, biaya, regulasi bangunan, estetika, konstruksi dan pemeliharaan.

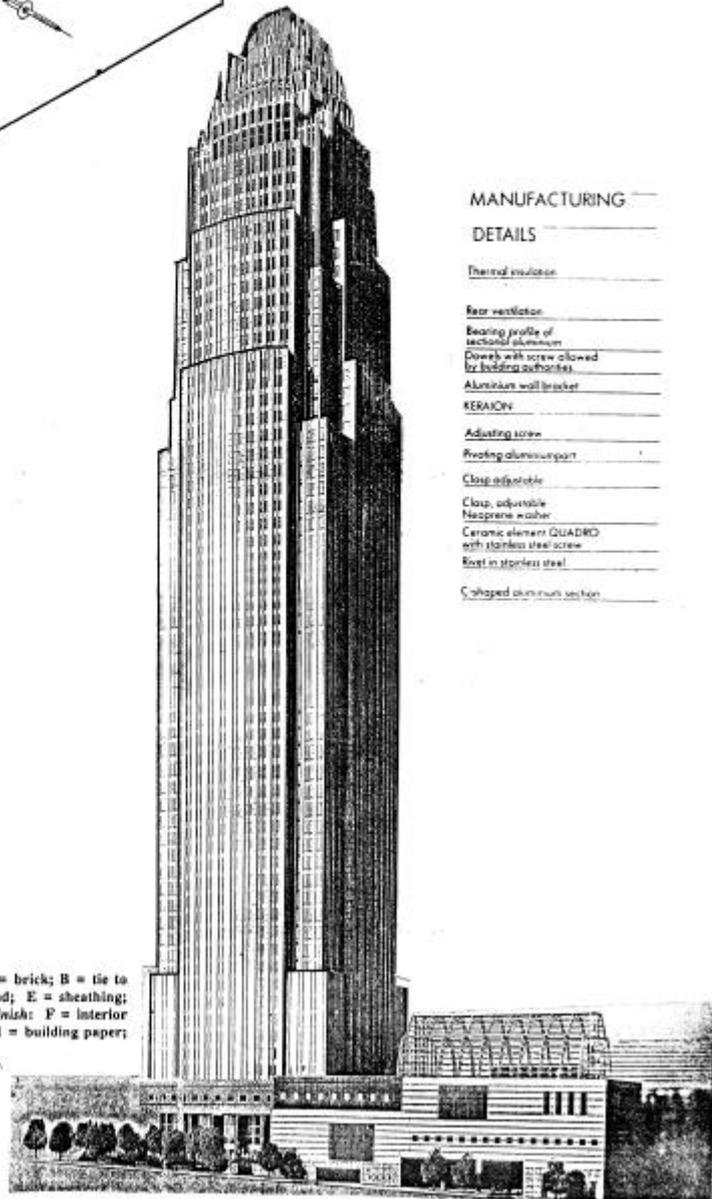
*Council on Tall Buildings and Urban Habitat*, suatu organisasi dewan internasional yang bermarkas di Amerika Serikat dan berkompeten mengkoordinasi semua permasalahan bangunan tinggi, memberikan klarifikasi beberapa terminologi yang pada umumnya dipergunakan dalam konteks selubung bangunan dan dibedakan antara lain: *building envelope* (selubung bangunan) ialah material material dan struktur yang menutup bangunan dan berfungsi sama seperti kulit pada manusia. *Building Facade* (fasade bangunan) diartikan sebagai wajah bangunan dan *cladding* merupakan penutup eksterior komponen struktur suatu bangunan.



German ceramic cladding system.



Components, brick veneer over steel stud wall. Exterior material: A = brick; B = tie to support frame. Support framing: C = shelf angle; D = steel stud; E = sheathing; F = interior drywall. Insulation: G = batt insulation. Interior finish: F = interior drywall. Joints: K = sealant between weep holes. Internal drainage: H = building paper; J = flashing; K = weep holes.



MANUFACTURING

DETAILS

- Thermal insulation
- Rear ventilation
- Bearing profile of sectional aluminum
- Dowels with screw allowed by building authorities
- Aluminum wall bracket
- KERATION
- Adjusting screw
- Protecting aluminum part
- Clasp adjustable
- Clasp, adjustable Neoprene washer
- Ceramic element QUADRO with stainless steel screw
- Bracket in stainless steel
- C-shaped aluminum section

Fourth World Congress on Tall Buildings 1995 melaporkan suatu studi dari 23 bangunan tinggi perkantoran di Canada dan hasil survei yang melibatkan 25 arsitek, insinyur, fabrikator selubung bangunan dari 10 negara menyatakan beberapa mekanisme utama yang menyebabkan kegagalan fungsi dari selubung bangunan tinggi antara lain :

1. Kandungan uap air pada komponen selubung, disebabkan kegagalan kemampuan menahan air
2. Distorsi bangunan yang disebabkan karena pergerakan, baik karena beban lateral (angin, gempa), maupun beban gravitasi (berat

komponen *cladding* yang berlebihan, berat sendiri)

3. Pengaruh ultra violet dari sinar matahari langsung dan reaksi kimia pada material karena polusi udara yang terus menerus.

Akibat dari kegagalan fungsi selubung bangunan tersebut dapat dibuktikan secara nyata dari pecahnya kaca, keretakan, kerapuhan, pergeseran yang menyolok, deformasi, lembab, berkarat, membusuk, bernoda, rusak dan memudar karena ultra violet, dan menurunnya “usia estetik”.

Para perancang bangunan berkesimpulan bahwa pertimbangan selayaknya diberikan pada pengembangan suatu sistem selubung yang mampu bekerja seperti “kulit bunglon”, yang bisa mengubah kulitnya sedemikian rupa untuk menyesuaikan dengan perubahan perubahan faktor lingkungan. Untuk itu pemikiran pemikiran konsep fasade dinamik sebagai generasi keempat sistem selubung perlu di implementasikan secara nyata yang diikuti oleh penemuan penemuan inovatif material fasade bangunan yang mampu mempertahankan dan memperpanjang “usia estetik” bangunan tinggi.

## KOMPONEN DAN MATERIAL FASADE BANGUNAN TINGGI

Sistem fasade bangunan tinggi terdiri dari komponen komponen dasar sebagai berikut :

### 1. *Support Framing*

Rangka penunjang ini memikul beban material eksterior kebangunan dan mengalihkan beban beban lateral (gempa maupun angin) maupun beban gravitasi (berat sendiri, termasuk material eksterior) ke struktur rangka utama. Juga harus mampu mengakomodasi perbedaan perbedaan material eksterior karena pergerakan, uap air, pemuaihan dan penyusutan karena temperatur.

### 2. *Insulation*

Material spesifik untuk tujuan khusus melindungi manusia dari panas yang berlebihan (konduktivitas termal “k”, nilai transmisi panas “U”, resistansi panas “R”), kebisingan yang tinggi (*sound transmission class* “STC”), kemampuan meneruskan cahaya (nilai transmisi

“t”, kemampuan pembayangan “SC”), kemampuan menahan kebakaran (*fire rating*).

### 3. *Joints*

Diperlukan untuk tujuan kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi maupun untuk keperluan mengantisipasi pergerakan (*sealants*).

### 4. *Internal Drainage*

Untuk melindungi ruang dari penetrasi air hujan yang juga umumnya diiringi tekanan angin yang kuat, diperlukan sistem saluran pembuangan air hujan dalam komponen selubung. Dinding selubung juga harus mampu melepaskan uap air yang ada kembali ke udara bebas dengan sistem selubung yang bisa bernafas (*breathable cladding system*). Perlu penanganan tertentu dengan sistem pencegah uap air (*vapor barrier system*).

### 5. *Interior Finishes*

Umumnya produk arsitektural yang berhubungan dengan ruang dalam dari rangka penunjangnya dan pada umumnya tidak berpengaruh langsung terhadap kinerja sistem selubung, kecuali untuk tujuan tertentu dibutuhkan tingkat integrasi khusus terhadap sistem sistem bangunan lainnya.

### 6. *Exterior Material*

Fungsi utama material eksterior adalah menahan penetrasi air dan kondisi cuaca alam (radiasi matahari, transmisi panas, tekanan angin, kelembaban udara, transmisi, refleksi atau absorpsi cahaya), ketahanan terhadap jamur dan serangga, ketahanan terhadap api, dampak buatan, ledakan, tahan peluru maupun tahanan terhadap interferensi elektromagnetik. Fungsi utama lainnya adalah menentukan estetika fasade bangunan yang memerlukan pertimbangan yang teliti dan hati hati untuk mencapai kriteria kriteria yang disebut terdahulu.

**Material eksterior** konvensional yang dipergunakan dalam fasade bangunan meliputi :

#### 1. *Cementitious Materials* ( **Bahan Semen** )

Meliputi jenis material yang menggunakan semen sebagai pengikat utama. Bisa berupa beton bertulang (*precast* maupun *cast in place*) dengan aditif, pembesian, plesteran maupun lembaran semen. Perkembangan bahan semen yang relatif baru adalah *fiber-reinforced concrete* (*FRC*) yang merupakan kombinasi semen portland dan serat serat

khusus, yaitu baja, kaca, polimer organik, keramik dan material lainnya. *Glass-fiber-reinforced concrete (GFRC)* merupakan material fasade masa depan dengan kelebihanannya yang lebih ringan, lebih lentur, kemampuan menahan tarik dan penghematan biaya struktur akibat reduksi berat material.

## 2. *Masonry Materials (Bahan Bata)*

Disain fasade dengan *cladding* bata untuk bangunan tinggi modern menggunakan bata tipis (*thin veneer wall*) memerlukan kemampuan ketahanan cuaca, kemampuan ikatan bata-mortar, kekakuan rangka penunjang dan peralatan pengikat unit hingga detail detail khusus yang diperlukan untuk menghindari problem dengan faktor faktor cuaca.

## 3. *Stone Materials (Bahan Batu Alam)*

Sering digunakan dalam bangunan modern yang membutuhkan ekspresi disain monumental. Digunakan dalam bentuk *stone veneers* ( $\pm 50$  mm) untuk mereduksi beban pada struktur utamanya. Merupakan produksi alam dengan karakter fisik yang berbeda menurut tempat dan waktu sehingga perlu penanganan terhadap pelapukan dan pengaruh kimia. Pemasangan kering memerlukan keahlian tertentu dengan anker khusus maupun ikatan adesif antar unitnya.

## 4. *Metal Materials (Bahan Logam)*

Tiga kategori *metal cladding* digunakan saat ini dalam bentuk plat, lembaran laminasi dan panel komposit yang dirangkai dalam sistim dinding tirai (*curtain wall*). Merupakan material yang paling digemari karena relatif ringan, fabrikasi dengan kontrol yang akurat (*pre-cut*) serta perkembangan teknologi yang mampu memenuhi kreatifitas disain dengan beragam bahan metal mulai dari plat besi cor, stainless steel, aluminium panel hingga titanium.

## 5. *Glass Materials (Bahan Kaca)*

Fasade dengan sistim dinding tirai kaca (*glass curtain wall*) diproduksi dengan beragam aditif dan kombinasi lapisan film menimbulkan karakteristik berbeda dari segi kemampuan memikul beban, penampilan, kinerja termal dan visual. Merupakan peleburan material anorganik dengan keramik cair lalu didinginkan tanpa kristalisasi sehingga menghasilkan bahan transparan, keras, rapuh

dan rentan secara kimiawi. Beragamnya produk kaca menuntut kemampuan para arsitek untuk secara tepat menentukan karakteristik dan kinerja kaca sebagai material fasade yang sesuai dengan fungsi bangunannya.

Material eksterior inovatif yang prospektif sebagai fasade bangunan tinggi meliputi :

### 1. *Ceramic Materials (Bahan Keramik).*

### 2. *Plastic/Polymer Materials (Bahan Plastik/polimer).*

## INOVASI MATERIAL KERAMIK UNTUK FASADE BANGUNAN TINGGI

Bahan keramik sebagai salah satu bahan bangunan terutama, didefinisikan sebagai material yang keras, kuat, memiliki resistivitas terhadap panas dan korosi dan dibuat dari pembentukan dan pembakaran mineral *non metallic*, seperti tanah liat atau campuran tanah liat dengan material lain, pada temperatur tinggi. Umumnya diklasifikasikan dengan keramik glazur atau tanpa glazur (*glazed or unglazed*) dan mempunyai berbagai tipe seperti porselen, keramik alam, mosaik, terra cotta maupun keramik dengan tujuan khusus.

Penggunaan keramik sebagai *cladding material* untuk bangunan tinggi sangat terbatas bila dibandingkan dengan material lain yang disebabkan karena berat material dan memerlukan tenaga kerja yang intensif. Ironisnya, industri lain memilih keramik sebagai material penutup yang paling disukai. Selama bertahun tahun, badan antariksa Amerika (NASA) menggunakan keramik sebagai pelindung pesawat angkasa luar dari faktor lingkungan ruang angkasa dan melindunginya dari gesekan panas tinggi sewaktu pesawat ulang alik memasuki atmosfer bumi. Teknologi keramik untuk *aerospace* kini menemukan bahan pelindung keramik yang ringan (6 pcf-pounds per cubic foot) dengan koefisien pemuai panas sebesar  $10^{-7}$  dan disebut sebagai *Fibrous Refractory Composite Insulation materials (FRCI-12)*. Material ini 95% berpori pori, dan dilapis dengan 0.017 in. *borosilicate reaction cured glass (RCG) coating*. Sistim *coating* ini meningkatkan durabilitas material dan ketahanan penetrasi air, kontaminasi cairan, terpaan debu dan pasir, jamur dan ultra violet, ketahanan terhadap garam dan melindungi dari kerusakan. Meskipun memiliki

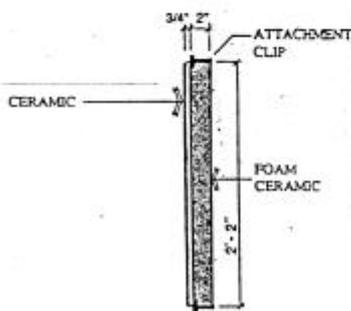
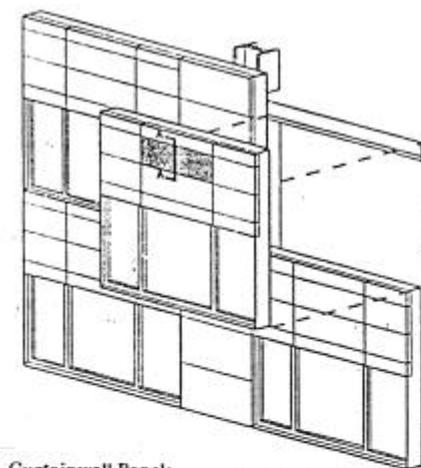
keunggulan keunggulan yang prima, biaya produksi yang tinggi belum memungkinkan bahan ini menjadi material *cladding* yang menjanjikan dalam waktu dekat.

Dr. Gilbert Robinson dan Dr. Denis Brosnan, peneliti pada *Center for Engineering Ceramic Manufacturing at Clemson University, USA* mengembangkan bahan busa keramik baru untuk selubung bangunan yang disebut sebagai *Flat-slab Foam Ceramic cladding systems (FFC)*. Dengan cara “membuihkan –*foaming*” tanah liat konvensional, diperoleh panel *cladding* ringan ( $192 \text{ kg/M}^3$  atau 12 pcf) dengan densitas 30-60 pcf yang mampu menahan beban bangunan horisontal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tekan akan berkurang dengan bertambahnya porositas, namun kekuatan tarik dan ketangguhannya tetap tinggi. Panel keramik busa ini diproduksi dalam ukuran 1m x 1M x 0.30M dan sistim ini menyajikan pilihan warna dan keunggulan tekstur seperti keramik konvensional namun dengan peningkatan kemampuan insulasi, penambahan ukuran unit panel dan reduksi berat sendiri *cladding system*.

*Flat-slab Foam Ceramic (FFC) cladding system* ini digunakan pada gedung perkantoran tinggi 45 lantai di Des Moines, Iowa dalam sistim *cladding* dengan belbagai ketebalan material

sesuai dengan tekanan angin yang diperhitungkan, bertumpu pada sistim rangka penunjang aluminium dan difinis glazur pada bagian eksterior. Panel keramik busa ini dapat diberi penulangan fiber dari polimer komposit (*polymer matrix composite – organic polymers*) untuk menambah kekuatan, kekakuan material dan pencegahan kerapuhan keramik (mudah pecah). Panel keramik busa ini dapat menggunakan sistim anker stainless steel yang tertanam langsung pada unit panel tanpa memerlukan tambahan rangka penunjang metal dan panel dapat terpasang langsung pada bangunan. Beberapa tipe panel keramik busa telah diuji coba pada bangunan tinggi tersebut yang menekankan pada aspek estetika dan ketahanan terhadap beban angin dari  $234\text{-}283 \text{ kg/M}^2$  (48-58 psf). Penelitian masa depan dari *cladding* keramik busa perlu menyelidiki lebih lanjut keunggulan insulasi termal, integrasi teknologi manufaktur yang melibatkan pemotong laser dan fabrikasi robotik, implikasi keramik busa pada daerah gempa, pengembangan detail dan integrasi panel pada *curtain wall*, serta metode fabrikasi yang ekonomis.

Hasil komparasi penggunaan beberapa panel keramik busa dengan *cladding* granit dapat dilihat dalam tabel berikut ini :



CLADDING SYSTEM	Average Panel Density	Surface Area on Building	Average Cladding Thickness	Total Cladding Weight	Average Weight of Subframe	Total Weight of System	Anticipated Weight Savings
Flat-panel Foam Ceramic (FFC,1)	60 lb/cu ft 961 kg/cu m	220,000 sq ft 18580 sq m	0.167 ft 0.051 m	1,100.0 tons 997.9 t	4.50 pcf 21.9 kg/sq m	1,595.0 tons 1,446.9 tons	935.0 tons 848.3 tons
Variable-density Foam Ceramic (FFC,3)	65 lb/cu ft 1041 kg/cu m	220,000 sq ft 18580 sq m	0.188 ft 0.057 m	1,340.6 tons 1,216.2 t	4.50 pcf 21.9 kg/sq m	1,835.6 tons 1,665.2 tons	694.4 tons 630.0 tons
Reinforced Foam Ceramic (FFC,5)	85 lb/cu ft 1345 kg/cu m	220,000 sq ft 18580 sq m	0.229 ft 0.070 m	1,438.5 tons 1,406.5 t	3.80 pcf 18.6 kg/sq m	2,056.5 tons 1,863.6 tons	473.5 tons 429.6 tons
Integrated Structure Foam Ceramic (FFC,7)	75 lb/cu ft 1201 kg/cu m	220,000 sq ft 18580 sq m	0.333 ft 0.102 m	2,933.3 tons 2,661.1 tons	Not Required	2,933.3 tons 2,661.1 tons	-403.3 tons -365.9 tons
Granite	164 lb/cu ft 2627 kg/cu m	220,000 sq ft 2,9438 sq m	0.131 ft 0.040 m	1,571.2 tons 1,788.2 tons	5.68 pcf 26.8 kg/sq m	2,530.0 tons 2,295.2 tons	Not Applicable
FFC-12 RCG Coated	12 lb/cu ft 192 kg/cu m	220,000 sq ft 2,9438 sq m	0.417 ft 0.127 m	550.4 tons 499.3 tons	Not Available	Not Available	Not Available

## INOVASI MATERIAL POLIMER UNTUK FASADE BANGUNAN TINGGI

Material plastik dan polimer mempunyai peran yang signifikan dalam perkembangan sistem selubung bangunan dewasa ini, dimana aplikasi plastik dan polimer ini tidak saja digunakan sebagai material eksterior fasade, melainkan juga diperlukan untuk penunjang komponen *cladding* lainnya, misalnya komponen insulasi, koneksi elemen konstruksi maupun saluran pembuangan air internal yang kesemuanya melibatkan material plastik maupun polimer.

Sebagai satu kelompok material sintetik, plastik dikembangkan dari bahan dasar minyak bumi, gas alam, batu bara, kayu maupun serat serat tanaman. Secara kimiawi, material plastik merupakan molekul molekul raksasa yang di produksi secara sintesis. Bahan dasar kimia lainnya yang berasal dari produk plastik tersebut dinamakan monomer. Gabungan monomer monomer yang mampu bersenyawa maupun dikombinasikan satu dengan yang lainnya untuk membentuk material baru didefinisikan sebagai polimer, Sedangkan polimerisasi/*polymerization* diartikan sebagai suatu proses ekstensi dari molekul yang relatif kecil menjadi rangkaian molekul panjang, misalnya monomer *vinyl chloride* [ $CH_2:CH.Cl$ ] menjadi polimer *polyvinyl chloride/PVC* [ $CH_2:CH.Cl$ ]<sub>n</sub>. Skematik perolehan bahan plastik dari sumber tetumbuhan, batu bara dan minyak bumi dapat dilihat dari skema terlampir.

Material plastik yang digunakan sebagai material eksterior mempunyai klasifikasi sebagai *Thermoplastic Materials* yang bisa berubah bentuk apabila ada perubahan tekanan atau temperatur dan tetap bentuknya pada tekanan dan temperatur yang sama. Bila proses tersebut diulangi, material termoplastik akan melunak kembali. Berbeda dengan *Thermosetting Materials* yang mengalami perubahan kimia pada temperatur tinggi dan tidak melunak kembali apabila dipanaskan ulang. Jadi material termoseting hanya mengalami perubahan sekali saja dan dapat digunakan pada temperatur tinggi. Yang termasuk material termoplastik adalah *polyethylene*, *polypropylene*, *polyninyl chloride (PVC)*, *polyvinyl acetate*, *polymethyl methacrylate (acrylic plastic)*, *polystyrene*, *polycarbonate*, dan sebagainya, sedangkan yang tergolong material termoseting meliputi *phenol-formaldehyde resin (PF)*, *urea formaldehyde resin (UF)*, *melamine formaldehyde resin*

(*MF*), *fibreglass (GRP=glass reinforced plastic)*, *polyester resin*, *polyurethane*, *epoxy resins* dan sebagainya.

Beberapa karakteristik material plastik/polimer dalam sistem selubung bangunan antara lain kemampuan insulasi listrik yang prima, ketahanan terhadap karat, deformasi pelahan lahan dibawah tekanan, kekuatan tarik rendah sampai menengah, modulus elastisitas yang kecil, koefisien pemuaian yang tinggi, mudah terbakar, konduktivitas termal rendah, beratnya ringan, perubahan dimensi plastik dibawah beban dalam periode tertentu (*creep*).

## MATERIAL POLIMER DAN "TECHNICAL TEXTILES"

Istilah "*technical textiles*" mengindikasikan penggunaan serat fiber diluar area industri tekstil konvensional. Dalam periode tahun enam puluhan kebutuhan akan material komposit yang kuat telah membawa ke pengembangan serat karbon (*carbon fibers*) yang mempunyai modulus elastisitas teoritik 4-5 kali lebih tinggi dari material konvensional metal ( $E_{\text{carbon fibers}} = 1200 \text{ Gpa}$ ,  $E_{\text{metal}} = 250-300 \text{ Gpa}$ ). Material ini mulanya digunakan pada industri aeronautika yang kemudian digunakan lebih lanjut pada industri lainnya.

Periode tahun 1972-1990 pengembangan serat fiber sintetik semakin meluas dengan produk "*technical textiles*" yang berkinerja tinggi. Penemuan *aromatic polyamide KEVLAR* dan dilanjutkan dengan *polyethylene SPECTRA* menghasilkan fabrikasi tenunan yang ringan dan tahan peluru meskipun belum memiliki daya tahan terhadap panas yang tinggi. Pengembangan *aromatic polyamide KEVLAR and NOMEX* sekarang digunakan untuk memenuhi spesifikasi ketahanan api dalam industri pesawat terbang. Sedangkan penemuan penting *polybenzimidazole PBI* oleh Hoechst-Celanese Corporation pada tahun 1983 memenuhi spesifikasi tinggi yang dipergunakan sebagai pakaian selubung para astronot yang tahan api, tidak bisa terbakar diudara, tetap stabil pada temperatur tinggi, tidak menetes atau mencair, fleksibilitas tinggi, mempunyai resistansi terhadap reaksi kimia maupun bahan pelarut (*solvent*) dan mudah diproduksi dengan peralatan mesin tekstil konvensional.

Periode sembilan puluhan Courtaulds Fibres memperkenalkan material fiber *TENCEL* berupa tenunan cellulose yang dapat dibuat dari sumber daya alam yang dapat diperbarui (*renewable resources*) dan dapat didaur ulang yang memenuhi kriteria ramah lingkungan (*recycle and reuse*) meskipun tidak resistif terhadap api.

Penggunaan *technical textiles* dalam konstruksi dan struktur bangunan masih sangat terbatas yaitu pada *geotechnical materials* dan *infiltration barriers*, tetapi penggunaannya dalam bidang arsitektur mendapat sambutan yang antusias dari para disainer arsitek dengan digunakannya bahan ini sebagai atap membran yang aerodinamik dan terbuat dari komposisi *vinyl coated, teflon coated* atau **TEDLAR laminated polyester fabrics** yang tampaknya merupakan tren arsitektur masa depan.

Sebagai material fasade bangunan tinggi, *technical textiles* digunakan pada bangunan perkantoran 45 lantai, 801 Grand Building di Des Moines, Iowa yang mensyaratkan beberapa kriteria utama yaitu :

1. Berupa membran produk *technical textile*
2. Sistem pengaku (*stiffening system*) untuk reduksi fleksibilitas
3. Sistem pendukung kekuatan substruktur.
4. Sebagai bahan insulasi termal dan finising interior
5. Sebagai sarana untuk meng akomodasi sistem fenestrasi.

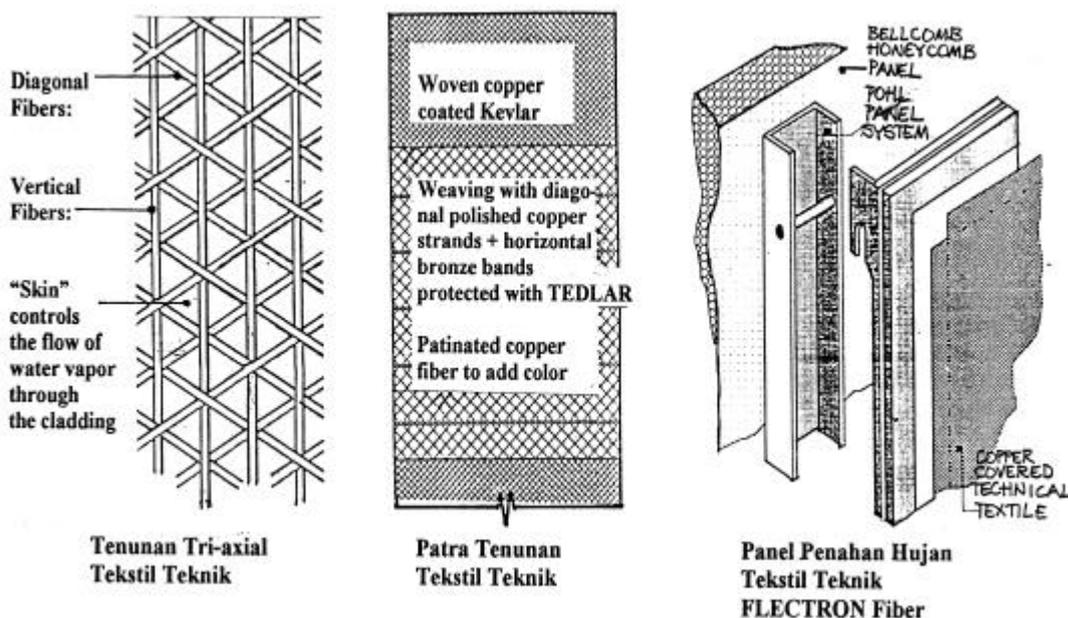
Sebagai material fasade gedung perkantoran tersebut, dikembangkan komponen material eksterior yang terdiri dari dua macam sistem :

### 1. Technical Textile System One

Bersandar pada suatu produk tenunan **KEVLAR aramid** dan **PBI fabric** yang terjalin pada rangka aluminium dan dijepit ke

panel dinding interior **Bellcomb Honeycomb Panel** dengan menggunakan teknologi paten dari **POHL Europanel Technology** dan menampilkan tembaga (*copper*) sebagai finising eksterior. Penggunaan sistem dan material ini mempertimbangkan :

- Tekstil memiliki kekuatan tarik besar, serta resistansi terhadap kimia dan pelarut.
- Sistem ini membuktikan tahan penetrasi air dan terdapat ventilasi uap air keluar.
- Kemudahan penggantian panel baru di-masa depan untuk mempertahankan usia estetik
- Teknologi panel Honeycomb digunakan dalam industri aerospace dan perkapalan memiliki *weight to strength ratio* prima dan terbukti merupakan insulasi termal yang baik serta kemampuan peredam getar.
- Tahan api dan dapat ditambah insulasi untuk meningkatkan kinerja termal.
- Penggunaan tembaga sebagai material eksterior memungkinkan perubahan estetik warna pada fasade bangunan dalam kurun waktu 20-30 tahun.
- Jalinan serat fiber KEVLAR tiga-sumbu memungkinkan material berkontribusi resistansi panel terhadap gaya gaya luar.
- Memadukan beberapa warna khusus (*copper and bronze*) melalui tenunan tiga sumbu.

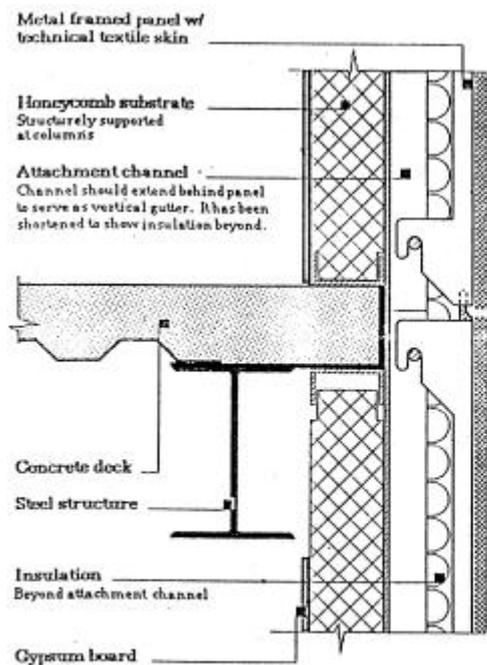


Sumber: Bruce Bassler - *Epidermoidal Applications of Technical Textiles on Tall Buildings*  
Iowa State University, Ames, Iowa, USA.

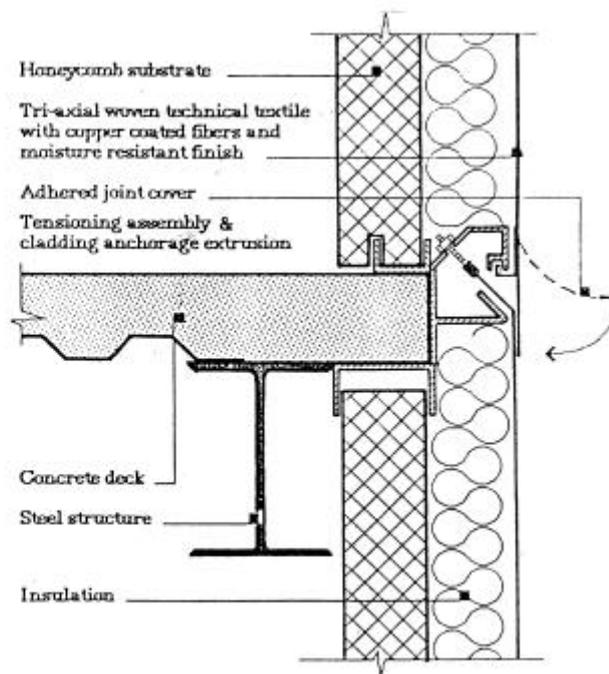
## 2. Technical Textile System Two

Mengandalkan pada tekstil, panel *honeycomb*, dan prinsip penahan air hujan yang diterapkan pada sistem terdahulu, tetapi juga meng eksplorasi kemungkinan penggunaan tekstil untuk meningkatkan kinerja sistem struktur. Dalam sistem ini suatu lembaran besar tekstil teknik akan melingkupi beberapa lantai dan dikaitkan sedemikian rupa dengan sistem struktur utama untuk mendapatkan semacam tahanan terhadap pergerakan lantai yang berbeda seperti semacam penahan beban geseran lateral dari bangunan. Sistem *cladding* khusus ini men demonstrasikan bagaimana tekstil teknik dapat dihubungkan dan ditarik pada akhiran akhiran tertentu yang direncanakan untuk memungkinkan reduksi pergerakan lantai dan *bracing* sebagai penahan geseran lateral serta jalinan tiga sumbu (*tri-axial weave*) tekstil teknik ini mampu meningkatkan tahanan terhadap gaya puntir (*twisting*).

Lapisan dasar *honeycomb* akan menunjang material insulasi dan finishing interior. Penetrasi air hujan akan ditahan oleh lapisan penahan air dan akan dialirkan keluar kembali melalui celah celah tekstil teknik dan ditutup oleh penutup fleksibel khusus.



Sistem Pengikat Cladding  
Technical Textiles (POHL Europanel System)



Sistem Pengikat Cladding  
Technical Textiles

## EVALUASI KINERJA *TECHNICAL TEXTILES CLADDING SYSTEM*

Evaluasi empirik penggunaan sistem ini pada 801 Grand Building, Des Moines, Iowa (1991) menyatakan beberapa fakta sebagai berikut :

- Reduksi berat *cladding* sebesar 1814 ton.
- Reduksi waktu konstruksi mendekati 6 bulan, karena reduksi penggunaan lift konstruksi hingga 60%.
- Eliminasi hampir 30480 M penggunaan *joint sealant* yang rawan untuk kebocoran udara dan penetrasi air.
- Reduksi *structural concrete core* dan persyaratan fondasi karena kemampuan *cladding* sebagai sumber penahan lateral dan reduksi berat gravitasi.
- Sistem *cladding* yang berventilasi menghindari kelembaban dalam panel (awet).
- Penghalang lintasan transmisi elektromagnet.
- Kepastian dan kemudahan penggantian panel menjamin kelanggengan usia estetik.
- Perintis terbukanya wawasan estetika baru.

Sumber: Bruce Bassler – *Epidermoidal Applications of Technical Textiles on Tall Buildings*  
Iowa State University, Ames, Iowa, USA

## KESIMPULAN

Para perancang bangunan 100 tahun yang lalu mungkin tidak dapat membayangkan bangunan tinggi yang menjulang di awan awan dan mencapai ketinggian 100 lantai atau lebih, namun “hanya” dibungkus dengan sekeping tipis material metal, batu alam dan kaca. Dengan perkembangan teknologi yang sedemikian cepat dan ditunjang riset riset dalam bidang material, kita juga tidak dapat membayangkan perubahan yang akan terjadi pada sistim fasade dan *cladding* 100 tahun yang akan datang. Yang dapat dilakukan hingga saat ini adalah kontinuitas riset material dan meng eksplorasi kemungkinan kemungkinan yang belum terlihat dalam kurun waktu kini namun berpijak pada kemampuan teknologi yang mampu digenggam sekarang.

Inspirasi dan imajinasi akan menuntun manusia pada penemuan penemuan baru yang belum terbayangkan saat ini dan keleluasaan perkembangan industri dan sistim material pada hakekatnya menawarkan peluang peluang dan peningkatan nilai dalam disain arsitektur. Yang diperlukan bagi para perancang adalah komitmen untuk selalu mau belajar dan mengikuti paradigma paradigma baru yang bertumbuh dalam dikotomi sains dan teknologi bangunan. Keberanian mengambil keputusan dan melakukan sesuatu yang baru akan mendorong sikap eksperimentasi yang bertanggung jawab berdasarkan penelitian terapan yang teruji oleh para pakar lain diluar bidang arsitektur. Antusiasme inilah yang perlu selalu dipelihara sebagai identitas untuk menuju ke arsitektur *avant-garde*.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Allen, Edward, *Fundamentals of Building Construction, Material and Methods*, John Wiley & Sons, Toronto, 1990
2. Beedle, Lynn S., *Habitat and The High-Rise, Tradition and Innovation*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Bethlehem, 1995
3. Beedle, Lynn S., *Tall Buildings : 2000 and Beyond*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Bethlehem, 1990
4. Callender, John Handcock, *Time-Saver Standards for Architectural Design Data*, McGraw Hill Book Company, New York, 1990
5. Committee 12 A, *Cladding*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, McGraw-Hill, Inc., 1992
6. Cowan, Henry J. et al, *The Science and Technology of Building Materials*, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1988.
7. Priatman, Jimmy, *Energy Efficient Multi Use Skyscraper at Chicago*, Master's Thesis, Illinois Institute of Technology, Chicago, 1996
8. Proceedings 1999 International Conference on Tall Buildings & Urban Habitat, *The Tall Building and The City – The state of The Art for The Millenium*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Kuala Lumpur, 1999
9. Taylor, GD, *Construction Materials*, Longman Scientific & Technical, 1991
10. Watson, *Construction Materials and Processes*, Glencoe Div. Of Macmillan/McGraw Hill, Ohio, 1994