

PENELITIAN TERHADAP PENGEMBANGAN PENGGUNAAN MATERIAL PLASTIK (POLIKARBONAT) PADA SELUBUNG BANGUNAN

Kandy Felixon

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jl. S.Parman no.1 –
Grogol, Bakarta Barat

Korespondensi pembicara. Phone +62 8978836668

E-mail : Kandy_felixon@yahoo.com

ABSTRAK

Isu pemanasan global telah menjadi isu yang mendunia, menyebabkan seluruh bidang kehidupan manusia mendapat pengaruh yang kuat dari isu tersebut. Arsitektur pun tidak luput dari isu tersebut, hal ini terbukti dari kemunculan *green architecture* sebagai tren di dunia arsitektur akhir-akhir ini. Material merupakan salah satu unsur yang penting dalam arsitektur. Tidak terhitung banyaknya bangunan yang dibangun setiap tahunnya di dunia, salah memilih material berarti memberi konstibusi besar pada kondisi bumi. Plastik merupakan material yang dapat di daur ulang. Memang plastik bukanlah material yang baru untuk digunakan di dalam bangunan, namun penggunaannya pada saat ini hanya berkisar pada bagian-bagian tertentu seperti pada perabot-perabot, pipa-pipa dan sebagainya. Tujuan dari pembuatan makalah ini adalah membantu memberikan gambaran dan petunjuk dalam mengembangkan plastik (polikarbonat) sebagai material dalam selubung bangunan. Penggunaan material plastik dalam bangunan memang bukanlah hal yang baru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kepustakaan. Dari hasil penelitian yang dilakukan diketahui pengembangan penggunaan plastik (polikarbonat) pada selubung bangunan, serta keuntungan dan kerugian pengembangan polikarbonat pada selubung bangunan, baik secara umum maupun secara spesifik dari sisi arsitektural.

Keyword : plastik (polimer), polikarbonat, selubung bangunan, pengembangan.

1. PENDAHULUAN

Isu pemanasan global telah menjadi isu yang mendunia, menyebabkan seluruh bidang kehidupan manusia mendapat pengaruh yang kuat dari isu tersebut. Arsitektur pun tidak luput dari isu tersebut, hal ini terbukti dari kemunculan *green architecture* sebagai tren di dunia arsitektur akhir-akhir ini.

Material merupakan salah satu unsur yang penting dalam arsitektur. Tidak terhitung banyaknya bangunan yang dibangun setiap tahunnya di dunia, salah memilih material berarti memberi konstibusi besar pada kondisi bumi.

Plastik telah menjadi bagian yang amat penting bagi kehidupan manusia. Begitu banyak produk yang digunakan manusia terbuat dari bahan ini, mulai dari kantong plastik belanja yang biasanya digunakan di supermarket, peralatan makanan sekali pakai, hingga ke perabotan-perabotan di dalam rumah kita. Plastik ini menjadi begitu ‘mendunia’, karena dinilai memiliki keunggulan dalam sifat-sifatnya yang dikenal fleksibel, tidak mudah pecah, tahan terhadap karat, mudah dibentuk untuk berbagai fungsi, merupakan isolator panas/ listrik yang baik, dan lain-lain.

Penggunaan namun penggunaannya pada saat ini hanya berkisar pada bagian-bagian tertentu seperti pada perabot-perabot, pipa-pipa dan sebagainya. Mengacu

kepada kelebihan – kelebihan material ini, maka pengembangan penggunaannya di dalam bangunan akan turut mendukung penggunaan material yang mendukung tema hijau bagi kehidupan manusia.

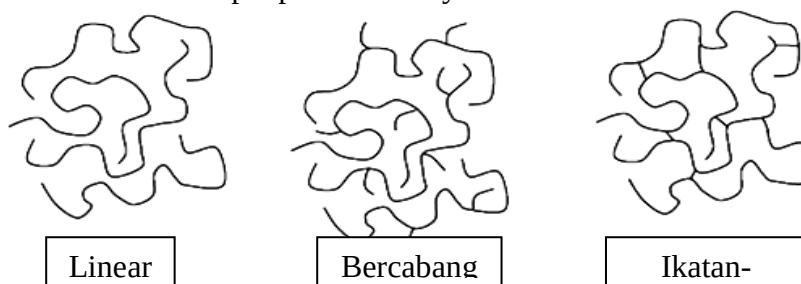
2. PLASTIK

Material polimer sebenarnya sudah digunakan sejak lama. Pada tahun 1400-an, Christopher Columbus menemukan penduduk asli Haiti bermain-main dengan bola yang terbuat dari suatu materi yang berasal dari sebuah pohon. Materi tersebut merupakan karet alam. Selanjutnya manusia mulai mengembangkan penggunaan materi ini.

Namun, penggunaan bahan polimer ini masih terbatas pada bahan yang berbasis pada alam. Polimer sintesis pertama dibuat di awal 1900-an menggunakan fenol dan formaldehida membentuk resin - (disebut *Bakelite* oleh Dr. Baekeland) . Bahkan dengan pengembangan polimer sintesis, para ilmuwan masih tidak menyadari sifat sejati dari bahan yang telah mereka persiapkan. Semakin lama, ilmu pengetahuan semakin berkembang, maka perkembangan polimer pun mengalami kemajuan hingga saat ini.

KATEGORISASI PLASTIK

Pada dasarnya plastik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *thermoplastic* dan *thermoset*. Perbedaan ini terdapat pada ikatannya.



Gambar 1. Perbedaan ikatan yang ada pada polimer.

Thermoplastic adalah polimer yang tidak memiliki ikatan silang antar molekul. Material *thermoplastic* dapat ditemukan dalam struktur linear atau bercabang. Sebuah material *thermoplastic* yang mengalami proses pemanasan, akan menjadi cairan yang sangat kental yang dapat dibentuk dengan menggunakan peralatan pengolahan plastik. Tidak peduli berapa kali pun proses tersebut diulang, *thermoplastic* akan selalu melunak bila dipanaskan dan mengeras jika didinginkan. Terdapat 22 jenis plastik yang termasuk dalam kategori ini.

Sedangkan *thermoset* memiliki sifat yang sebaliknya. *Thermoset* memiliki ikatan silang antar molekul yang kuat dan apabila dipanaskan akan mengalami perubahan kimia sehingga bentuknya tidak dapat kembali. Dalam kondisi mentah umumnya *thermoset* berbentuk tepung atau cair.

Karena sifatnya yang mudah didaur ulang, maka jenis plastik *thermoplastic* akan lebih tepat untuk dikembangkan sebagai material dalam bangunan. Dengan demikian material bangunan ini tidak menjadi sampah ketika bangunan tersebut dihancurkan atau ingin mengganti material lain, tetapi dapat didaur ulang menjadi produk yang dapat bermanfaat.

Tabel 1

Perbandingan antar polimer *thermoplastic*

Material	Heat deflection temperature @1,82 Mpa, °C	Tensile strength MPa	Tensile modulus GPa	Impact Strength J/m	Density g/ cm ³	Dielectric strength MV/m	Dielectric constant @ 60 Hz
ABS	99	41	2,3	347	1,18	15,7	3,0
CA	68	37,6	1,26	210	1,30	16,7	5,5
PFTE	-	17,1	0,38	173	2,2	17,7	2,1
PCTFE	-	50,9	1,3	187	2,12	22,2	2,6
PB	102	25,9	0,18	-	0,91	-	2,25
PMP	-	23,6	1,10	128	0,83	27,6	-
PI	-	42,7	3,7	320	1,43	12,2	4,1
PP	102	35,8	1,6	43	0,90	25,6	2,2
PS	93	45,1	3,1	59	1,05	19,7	2,5
PVC-rigid	68	44,4	2,75	181	1,4	34,0	3,4
PVC-fleksible	-	9,6	-	293	1,4	25,6	5,5
POM	136	69	3,2	133	1,42	19,7	3,7
PMMA	92	72,4	3	21	1,19	19,7	3,7
Poliarylate	155	68	2,1	288	1,19	15,2	3,1
LCP	311	110	11	101	1,70	20,1	4,6
Nylon 6	65	81,4	2,76	59	1,13	16,5	3,8
Nylon 6/6	90	82,7	2,83	53	1,15	23,6	4,0
PBT	54	52	2,3	53	1,31	15,7	3,3
PC	129	69	2,3	694	1,20	15	3,2
PEEK	160	93,8	3,5	59	1,32	-	-
PEI	210	105	3	53	1,27	28	3,2
PES	203	84,1	2,6	75	1,37	16,1	3,5
PET	224	159	8,96	101	1,56	21,3	3,6
PPS	260	138	11,7	69	1,67	17,7	3,1
PSU	174	73,8	2,5	64	1,24	16,7	3,5

Dalam memilih material plastik untuk dikembangkan dalam selubung bangunan, harus melihat karakteristik material plastik itu sendiri. Secara alamiah, polikarbonat memiliki *impact strength* yang sangat besar, bahkan berkali-kali lipat dari jenis plastik *thermoplastic* lainnya. Maka polikarbonat secara alamiah tepat digunakan sebagai material selubung bangunan

3. SELUBUNG BANGUNAN

Selubung bangunan adalah seluruh komponen yang menjadi pembatas fisik antara lingkungan interior dan eksterior dari sebuah bangunan. Selubung bangunan bertindak sebagai ‘cangkang’ luar yang membantu menjaga lingkungan di dalam (bersama-sama dengan sistem mekanikal) dan memfasilitasi kontrol terhadap iklim. Merancang selubung bangunan adalah area khusus praktek arsitektur dan keteknikan berdasarkan semua bidang ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan bangunan serta kontrol iklim dalam ruangan.

Selubung bangunan biasa disebut *building envelope*, atau terkadang disebut *bulding enclosure*.

CAKUPAN SELUBUNG BANGUNAN

Karena fungsi dasarnya sebagai pemisah antara lingkungan interior dan lingkungan eksterior yang membuatnya terekspose. Maka secara fisik, selubung bangunan secara tipikal terdiri dari:

- Sistem atap
- Sistem dinding di atas tanah, termasuk dinding dan jendela
- Sistem dinding di bawah tanah

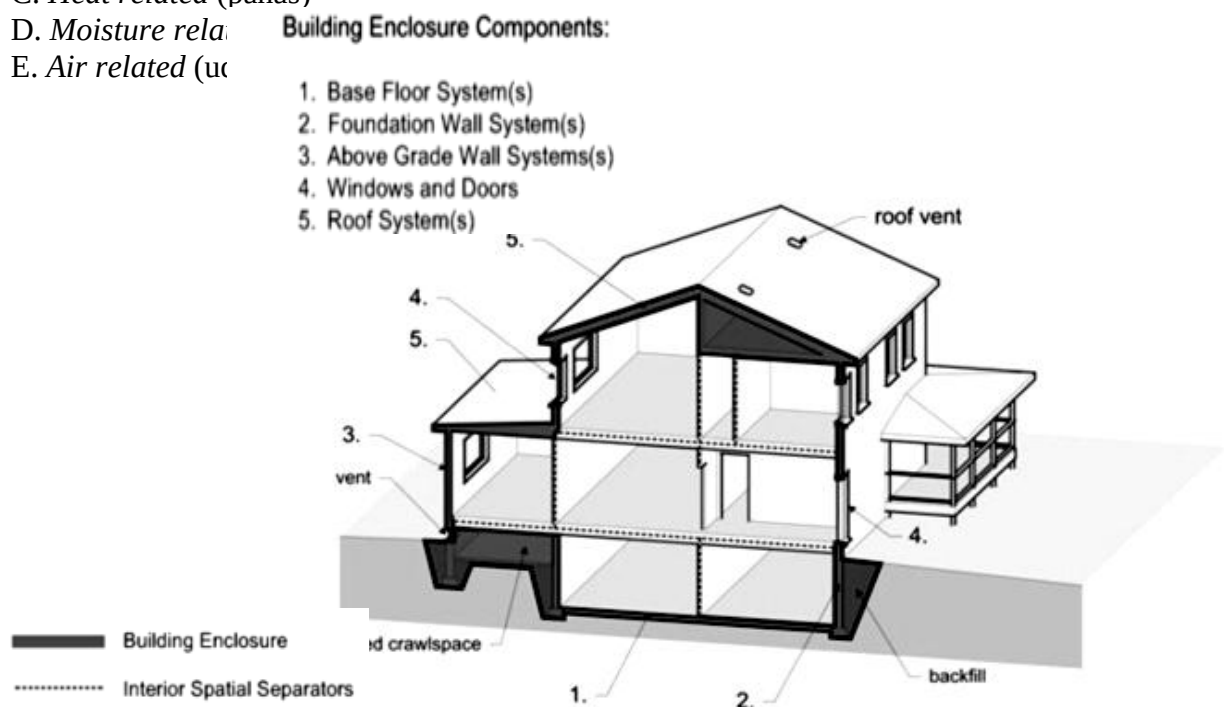
- Sistem lantai paling dasar

Selubung bangunan tidak boleh dipandang sebagai kombinasi dari garis satu dimensi yang menerus, atau bahkan sebagai komponen bidang dua dimensi. Setiap komponen selubung bangunan ialah tiga dimensi, multi-layer, perakitan multi-material yang membentang dari bidang terdalam dari lapisan interior sampai ke bidang terluar dari lapisan eksterior.

BEBAN YANG DIHADAPI SELUBUNG BANGUNAN

Selubung bangunan akan menghadapi beban-beban, yang dapat dikategorikan ke dalam lima tipe yaitu:

- Gravity related* (gravitasi)
- Ground related* (tanah)
- Heat related* (panas)
- Moisture related* (kelembapan)
- Air related* (udara)



Gambar 2. Komponen selubung bangunan.

4. POLIKARBONAT

Polikarbonat merupakan jenis plastik terkemuka dengan lapisan tembus pandang yang bisa mencapai ketebalan 5cm. Bahan sitesis ini merupakan hasil reaksi antara bisphenol A dengan phosgene (*carbonyl dichloride*, COCl_2).

JENIS POLIKARBONAT

Polikarbonat memiliki banyak variasi jenis. Variasi jenis ini dapat dikelompokkan melalui tiga hal, yaitu dilihat dari bentuk (bentuk susunan), sifat permukaan, dan *grade*. Dalam pembahasan ini lebih di bahas jenis polikarbonat yang dapat dipakai pada selubung bangunan.

BENTUK

Secara umum polikarbonat diproduksi dalam bentuk lembar, film, dan profil. Walaupun ketika dipanaskan, bahan ini dapat dibentuk ulang menjadi berbagai bentuk.

A. Lembar (*sheet*)

Bentuk lembar merupakan bentuk yang paling **umum dipakai dalam bidang arsitektur**. Bentuk lembar terbagi atas tiga jenis, yaitu:

A.1. Lembar multilapis (*multiwall sheet*)

Seperti namanya, lembar multilapis ini terdiri dari beberapa lapis polikarbonat dalam satu lembaram. Macam-macam lembar multilapis antara lain:

- Dua lapis (*twin walls*)
- Tiga lapis (*triple walls*)
- Empat lapis (*four walls*)
- Lima lapis (*five walls*)
- *Reinforce wall*

Tipe ini merupakan pengembangan tipe-tipe dari tipe-tipe sebelumnya dengan menambahkan perkuatan berupa *bracing diagonal*.

- *Multicell wall*

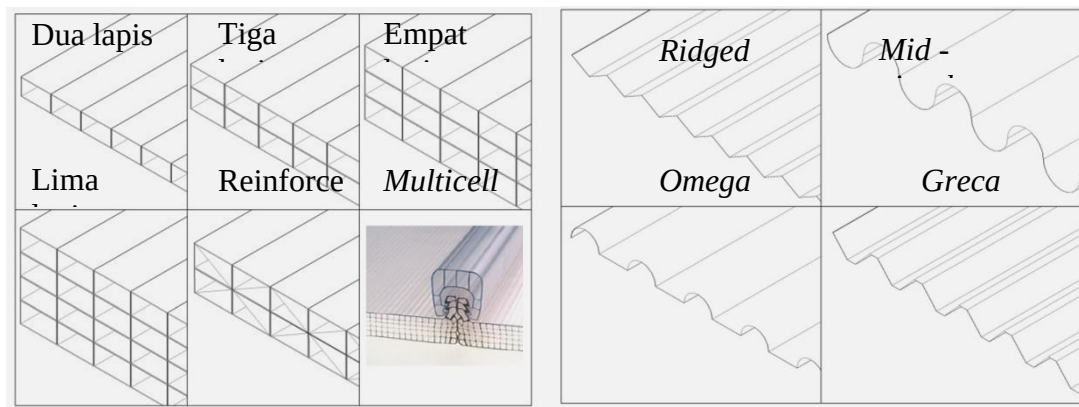
Tipe ini memiliki konsentrasi sel yang tinggi, sedangkan kekuatannya mencapai dua kali kekuatan multilapis lainnya.

A.2. Lembar Padat

Jenis polikarbonat ini lebih berat bila dibandingkan dengan lembar multilapis.

A.3. Lembar berombak

Bentuk – bentuk dari jenis lembar berombak antara lain: *ridged*, *mid-circular* / *wave*, *omega* / *archwave*, *greca*, dan lain lain.



Gambar 3. Variasi jenis polikarbonat lembaran.

B. Film

Polikarbonat film memiliki ketebalan sekitar 0.125 mm – 0.760 mm dan standar lebar 915 mm – 1220 mm. Polikarbonat jenis ini terbagi atas tiga macam yaitu: *polished grade*, *textured grade*, dan *high performance grade*. Jenis ini tidak umum dipakai sebagai material bangunan.

C. Profil

Secara umum memiliki keunggulan yang sama dengan yang berbentuk lembaran. Perbedaannya terdapat pada bentuk dan penerapannya. Terdiri dari dua macam, yaitu:

C.1. Profil kopong (*hollow profile*)

Profil ini terdiri atas bentuk dasar lingkaran, persegi, dan sebagainya, namun paling banyak diproduksi dalam bentuk tabung. Profil kopong diterapkan antara lain sebagai rumah lampu, mini disk infiltrometer, dan birdfeeder.

C.2. Profil padat (solid profile)

Profil ini terdiri atas bentuk dasar lingkaran, persegi, dan sebagainya, Namun paling banyak diproduksi adalah berbentuk tabung. Profil padat diterapkan antara lain sebagai kusen tirai dan peralatan memasak.

Polikarbonat profil umumnya diterapkan dalam sistim sambungan bangunan.

PERMUKAAN

Polikarbonat dapat diproduksi dalam berbagai sifat permukaan dan warna, namun umumnya (terutama dalam bentuk lembaran) polikarbonat terdiri dari tiga jenis tipe permukaan, yaitu :

A. Transparan (*clear*)

Polikarbonat transparan memiliki kemampuan transmisi cahaya yang paling tinggi. Polikarbonat transparan memiliki kemampuan menolak panas paling rendah dibanding tipe permukaan yang lainnya.

B. Putih (*white / opal*)

Polikarbonat jenis ini memiliki kemampuan transmisi cahaya sedang, memiliki sifat memantulkan cahaya matahari, transparansi paling kecil sehingga menimbulkan privasi, serta dapat menyembunyikan kotoran.

C. Perunggu (*bronze/ smoke*)

Polikarbonat jenis ini memiliki kemampuan transmisi cahaya yang lebih rendah dari jenis tipe permukaan transparan atau putih. Memiliki kemampuan paling baik dalam mengurangi cahaya, silau, dan panas. Koefisien muai yang lebih tinggi. Dan banyak dipilih karena alasan estetik.

Namun, dalam perkembangannya jenis permukaan dan warna polikarbonat berkembang menjadi sangat banyak variasi. Tiap – tiap sifat dan permukaan memiliki karakteristik serta pengaruh tersendiri dalam penggunaannya, terutama berpengaruh pada kemampuan transmisi cahaya dan penolakan terhadap panas.

GRADE

Perbedaan utama antar *grade* polikarbonat dilihat berdasarkan sifat kimianya, yaitu pada perbedaan berat molekul, kandungan *polyhydroxy compound* dan aditif. Polikarbonat dibedakan ke dalam beberapa grade dikarenakan dalam pengaplikasiannya menuntut keunggulan yang berbeda serta spesifik.

A. Optical grade: transparan, sangat jernih dan sangat kecil kemungkinannya untuk pecah. Diaplikasikan pada kacamata dan lensa kacamata.

B. FDA grade: tipe yang paling aman jika mengalami kontak dengan makanan atau obat. Tipe ini memenuhi standar US Pharmacopoeia. Diterapkan pada peralatan makanan dan kedokteran.

C. Machine grade: memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap bahan kimia serta benturan yang sangat tinggi, kualitas elektrik & mekanikal yang baik, dan modulus elastisitas tinggi. Diterapkan pada peralatan elektrik dan elektronik.

D. Abrasion Resistance grade: memiliki permukaan yang licin, antigores dan mudah dibersihkan. Selain itu, tipe ini lebih tahan bentur dibanding polikarbonat standar. Diterapkan pada jendela kendaraan dan *sign board*.

- E. Bullet resistance grade: Jenis ini diberi lapisan anti peluru dan tetap memiliki sifat transparan. Diterapkan pada pengkacaan yang dekat dengan bidang yang dekat dengan kekerasan, misalnya pada mobil polisi dan kaca antipeluru.
- F. High heat resistance grade: Tipe ini memiliki ketahanan terhadap panas yang tinggi, bahkan memungkinkan mengalami sterilisasi pada suhu 134°C . Diterapkan misalnya pada lampu mobil dan inkubator.
- G. Flame inhibit grade: Tipe ini memiliki ketahanan terhadap api yang tinggi. Diterapkan pada peralatan elektronik.
- H. UV stabilized grade: memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sinar ultraviolet dibandingkan polikarbonat biasa. Umumnya diterapkan pada pengkacaan yang terkena cahaya matahari terus menerus seperti atap dan kanopi.

KELEBIHAN POLIKARBONAT SECARA UMUM

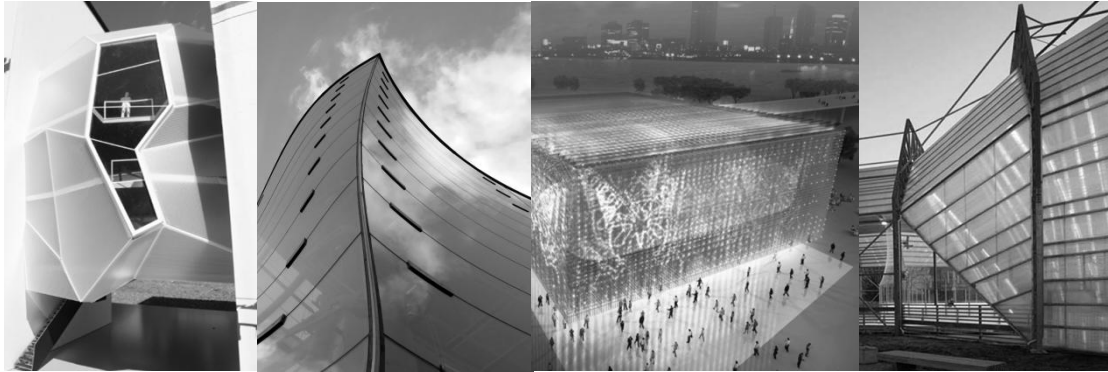
- A. Memiliki kejernihan
Namun tingkat kejernihan ini berada di bawah material kaca, akrilik, dsb.
- B. Termasuk bahan yang ringan
Dengan ketebalan yang sama, polikarbonat memiliki berat sebanding dengan 50% berat kaca atau 43% berat aluminium. Karena polikarbonat ringan, maka dalam pengerjaannya tidak dibutuhkan banyak pekerja, selain itu apabila dipakai sebagai bahan dalam bangunan, maka akan berpengaruh terhadap berat bangunan serta pondasi yang digunakan
- C. Kuat dan tahan terhadap benturan
Polikarbonat merupakan bahan yang kuat, hal ini diakibatkan oleh angka *impact strength* yang tinggi (694 J/m). Polikarbonat sangat sulit dipatahkan.
- D. Transmisi cahaya yang baik
Polikarbonat dapat mentransmisi cahaya tanpa menyerap panas. Namun, hal ini sangat bergantung kepada sifat permukaan dan warna dari polikarbonat. Selain itu, polikarbonat memiliki sifat menyebarkan cahaya, sehingga polikarbonat mengurangi silau.
- E. Stabil terhadap suhu
Bentuk dan kekuatan polikarbonat stabil dalam suhu $14^{\circ} - 400^{\circ}\text{C}$.
- F. Tidak mengalami perubahan bentuk apabila dibebani
- G. Tidak tembus air
- H. Insulasi yang baik terhadap listrik
- I. Fleksibel, tahan lama dan dapat didaur ulang
Keunggulan ini juga dimiliki oleh jenis plastik yang lain, namun hanya polikarbonat yang memiliki kombinasi dari semua keunggulan di atas.

KEKURANGAN POLIKARBONAT SECARA UMUM

- A. Tidak tahan terhadap bahan kimia
- B. Tidak tahan terhadap gores
- C. Menguning, melemah, dan retak apabila terkena sinar ultraviolet dalam jangka waktu yang lama.
Namun, kelemahan pada poin A, B, dan C dapat diatasi dengan memberikan pelapis yang tepat.
- D. Harga yang cukup tinggi
Polikarbonat memiliki harga yang cukup tinggi, namun dalam penggunaannya juga harus mempertimbangkan pula biaya yang dihemat karena konstruksinya yang ringan, serta polikarbonat tidak membutuhkan banyak perawatan.

- E. Memiliki batas stabilitas terhadap kelembaban
Kelembaban di atas ambang tertentu dapat mengakibatkan mengembunya polikarbonat.
- F. Ketika terbakar, polikarbonat akan menimbulkan asap dan bau yang beracun.

5. KELEBIHAN PENGGUNAAN POLIKARBONAT SEBAGAI SELUBUNG BANGUNAN DARI SISI ARSITEKTUR



A. Fleksibilitas

Polikarbonat merupakan bahan yang mudah dibentuk ke dalam bentuk apapun. Lembaran-lembarannya pun mudah dipotong ke dalam berbagai bentuk serta ukuran. Sehingga bentuk arsitektural yang terjadi dapat bervariasi bervariasi. Dengan demikian polikarbonat sangat baik dalam menterjemahkan bentuk arsitektural yang diinginkan sang arsitek.

B. Menghemat luasan ruang

Polikarbonat sebagai dinding memiliki ketebalan yang relatif tipis. Bila dibandingkan dengan material lain seperti batu-bata, hebel, kayu, dan lain-lain, polikarbonat jauh lebih tipis ketebalannya. Ketebalan ini akan berpengaruh langsung kepada besaran ruang fungsional (ruang yang dapat terpakai).

C. Estetika Transparansi

Polikarbonat secara alamiah memiliki sifat transparan. Sifat transparan ini memang tidak seperti kaca, akrilik, atau sebagainya. Sifat transparan polikarbonat berada di bawah material-material tersebut. Namun, sifat transparansi polikarbonat memiliki keindahan tersendiri, terutama apabila dikombinasikan dengan permainan cahaya pada malam hari. Polikarbonat tidak menampilkan benda / manusia yang berada di baliknya secara terang-terangan, namun hanya menampilkannya berupa siluet. Hal ini menjadi estetika tersendiri.

D. Ringan dan smooth

Karena sifatnya yang memiliki transparansi (semi), juga karakteristik warna dan sifat permukaannya, sebuah massa bangunan yang dibuat menggunakan bahan polikarbonat akan terlihat ringan dan smooth.

6. KESIMPULAN

Material merupakan salah satu unsur yang penting dalam arsitektur. Tidak terhitung banyaknya bangunan yang dibangun setiap tahunnya di dunia, salah memilih material berarti memberi konstibusi besar pada kondisi bumi.

Pemilihan plastik sebagai material pada selubung bangunan mengacu kepada sifatnya yang dapat di daur ulang, sehingga ketika suatu saat material tersebut hendak diganti atau bangunan tersebut dihancurkan, material ini tidak menjadi sampah melainkan dapat diproses kembali menjadi suatu benda yang memiliki daya guna.

Plastik polikarbonat sangat memungkinkan dikembangkan penggunaannya pada selubung bangunan dikarenakan secara alamiah memiliki kekuatan dan sifat-sifat yang dibutuhkan sebagai selubung bangunan. Bahan ini memiliki keunggulan baik secara umum, maupun secara spesifik dari sisi arsitektural.

6. REFERENCES

- Arad, ron, Dkk. *Plastic and Funtastic*. Vienna: Austria
Elder, A. J. *AJ Handbook of Building Enclosure*. London: The Architectural Press.
Harper, Charles A. (1999). *Modern plastics handbook / Modern Plastics*. USA: McGraw Hill.
Straube, John. (2006). *The Building Enclosure*. Building Science Press.
Leidner, Jacob, dkk. (2000). *Handbook of polycarbonate science and technology*. New York : Marcel Dekker, Inc.

Penelitian :

- Priatman, Jimmy. *Tradisi dan Inovasi Material Fasade Bangunan Tinggi*. Staf Pengajar Fakultas Teknik- Jurusan Arsitektur, Universitas Kristen Petra.
Mujiarto, Iman. *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Staf pengajar AMNI Semarang, 2005.