

DESAIN FASAD CERDAS UNTUK SEKOLAH DASAR DI SURABAYA TIMUR

Gunawan Tanuwidjaja¹, Irene Audrey Amanda Tanumihardja², Felicia Lisandra Soegijono³, El Sadday Agung Oktovianto⁴, Martin Klemens Gooeir⁵

^{1,3,4,5} Prodi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan, Universitas Kristen Petra,
Jl. Siwalankerto No. 121-131 Surabaya

²Arsitek, CreatiVe Architecture & Interior Consultant, Surabaya
Email: ¹gunteitb2012@gmail.com, gunte@petra.ac.id

Abstrak

Pendidikan memainkan peran besar untuk pengembangan kreativitas kota serta bangsa. Di sisi lain, fasilitas pendidikan dasar seringkali tidak dirancang mempertimbangkan langkah-langkah estetika. Untuk menghasilkan ruang pendidikan kreatif, salah satu strategi adalah elaborasi fasad. Fasad bangunan pendidikan dianalisis berdasarkan prinsip komposisi Ching (2008) dan kemudian modul fasad kreatif diusulkan dengan pertimbangan fungsional dan ekonomis. Façade diusulkan berdasarkan kegiatan belajar berbasis siswa dan pengajaran klasik dengan penggunaan LCD. Oleh karena itu, komposisi façade terdiri dari 30% area untuk jendela dan 70% area luas dinding. Sementara itu, bahan kaca cerdas terpilih untuk memfasilitasi pencahayaan untuk kegiatan siswa atau menghalangi pencahayaan tersebut untuk sesi presentasi LCD.

Kata kunci: fasilitas pendidikan, façade kreatif, kaca cerdas

Abstract

Title: *Smart Building Facade Design for A School in Eastern Surabaya*

Education plays a great role for creativity development in a city as well as for the nation. On the other hand, basic educational facilities were sometimes not designed considering aesthetic measures. To produce the creative educational spaces, one strategy adopted was the facades elaboration. The current educational facades were analysed based on Ching (2008) and then a creative facade module was proposed with functional and economical consideration. The proposed façade considered the students' based activities as well as classical teaching with LCD. Therefore, the façade consisted of 30% window area and 70% wall area. Smart glass material was selected to allow daylighting or block it for LCD session.

Keywords: *Educational facility, creative façade, smart glass*

Pendahuluan

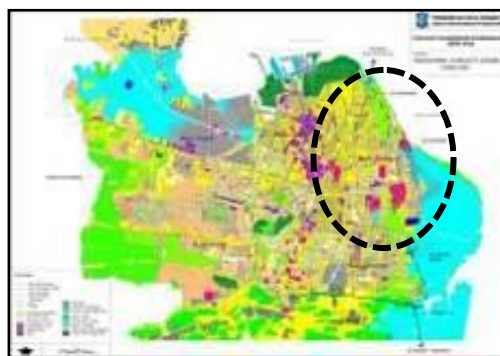
Surabaya merupakan salah satu kota yang seharusnya berkembang menjadi SMART CITY. Hal ini terlihat dalam beberapa liputan media massa yang mengangkat pencaanangan Surabaya sebagai Smart City oleh Dr. HC. Tri Risma Harini, ST. MT., Walikota Surabaya. Surabaya sudah menerapkan konsep kota cerdas yang memudahkan masyarakat untuk mendapatkan informasi cepat dan tepat (<http://www.voaindonesia.com/a/kota-kota-indonesia-menuju-konsep-smart-city/3024412.html>).

Konsep *e-government* dan *e-procurement* sudah diterapkan di Kota Surabaya sejak tahun 2002. Konsep lainnya seperti *e-budgeting*, *e-delivery*, *e-controlling*, dan *e-monitoring* juga telah diterapkan. Dan harusnya salah satu bagian dari *Smart City* adalah *Smart School*, karena itulah maka *smart façade* menjadi sangat penting dalam desain kota yang cerdas (<http://www.voaindonesia.com/a/kota-kota-indonesia-menuju-konsep-smart-city/3024412.html>).

Ferrer, J.N. ed., dkk., (2013), yang mewakili European Commission menyampaikan bahwa sebuah *Integrated Action Plan* (Rencana Aksi Terintegrasi) untuk menyusun *Smart City* atau kota yang cerdas. Rencana ini seharusnya mengkombinasikan strategi peningkatan kemampuan kota berkompetisi (*competitiveness*) dan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Strategi ini seharusnya melibatkan inovasi – inovasi kunci seperti dalam bidang - bidang perencanaan kota, transportasi dan mobilitas, pelelangan public, infrastruktur, perindustrian dan melibatkan seluruh pemegang kepentingan.

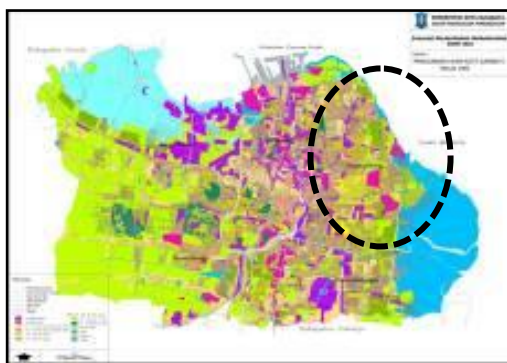
Smart School merupakan bagian kebutuhan dari *Smart City* seperti Kota Surabaya karena juga merupakan kebutuhan penduduknya yang meningkat. Kawasan Surabaya Timur yang didominasikan strata ekonomi menengah dan bawah. Hal ini terlihat dari perubahan penggunaan lahan kota Surabaya tahun 1999 dan 2007 (Gambar 1 dan Gambar 2) (Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya, 2008).

Dari beberapa Kecamatan di Surabaya Timur, Kecamatan Sukolilo didapati merupakan kecamatan yang sangat berpotensi untuk berkembang karena memiliki luasan lahan 23.68 km² dan dihuni oleh 5,057 jiwa (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2011). Di sisi lain, berbagai fasilitas pendidikan seperti Institut Teknologi Sepuluh November dan berbagai perumahan swasta dibangun di kawasan ini. Hal ini menyebabkan besarnya kebutuhan tentang pelayanan pendidikan, termasuk sekolah dasar (Tabel 1).



Gambar 1. Penggunaan Lahan Kota Surabaya Tahun 1999

Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya (2008).



Gambar 2. Penggunaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2007

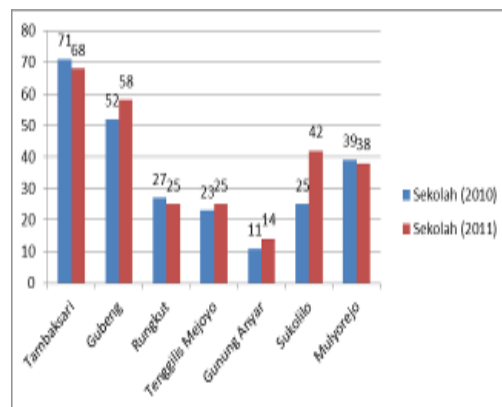
Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya (2008).

Tabel 1. Luas Wilayah Surabaya Timur dan Kepadatan Penduduk

Kecamatan	Luas Wilayah (ha)	Jumlah Penduduk (jiwa)		
		1990	2000	2010
Surabaya Timur				
Tambak-sari	8.99	20,937	21,011	22,845
Gubeng	7.99	19,578	16,644	15,998
Rungkut	21.08	4,01	5,279	5,711
Tenggiling Mejoyo	5.52	-	13,796	13,093
Gunung Anyar	9.71	-	5,258	6,356
Sukolilo	23.68	3,908	4,227	5,057
Mulyorejo	14.21	-	6,002	6,655

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya (2011).

Pemerintah Kota Surabaya bersama pihak – pihak lainnya telah membangun berbagai fasilitas pendidikan di Surabaya. Tercatat sejumlah 1,646 sekolah yang dibangun dan 855 di antaranya adalah sekolah dasar (Dinas Komunikasi dan Informatika Surabaya, 2013). Sementara itu pada Kecamatan Sukolilo tercatat pembangunan sekolah yang cukup banyak yaitu dari 25 sekolah pada 2010 menjadi 42 sekolah pada 2011 (Gambar 3) (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2012).



Gambar 3. Pertumbuhan Sekolah di Surabaya Timur antara Tahun 2010 dan Tahun 2011

Sumber: Badan Pusat Statistik (2012).

Kebutuhan sekolah dasar dan kecepatan pembangunan ini mendasari diperlukannya penelitian tentang kreativitas desain elemen *fasad* bangunan ini sekolah – sekolah dasar di Kecamatan Sukolilo, Surabaya Timur.

Secara teoritis, sekolah memiliki beberapa fungsi untuk kegiatan belajar mengajar yaitu di antaranya: kelas, ruang untuk kelas khusus (laboratorium, studio, dll), ruang guru dan ruang penunjang lain seperti toilet dll. Dan bentuk dasar sebuah kelas biasanya merupakan persegi atau persegi panjang yang memiliki lebar maksimal sebesar 7.20 meter, dan memiliki bukaan minimal pada sebuah sisinya. Ketinggian bersih sebuah ruang kelas berkisar antara 2.70 meter sampai 3.40 meter (Neufert, 2002).

Sekolah Dasar, merupakan fasilitas pendidikan yang sangat penting menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 2010 pasal 58 (Republik Indonesia, 2008) karena pembangunan dan pengoperasiannya merupakan tugas dari oleh pemerintah pusat dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangan masing-masing. Sehingga dibutuhkan kreativitas desain

fasad agar dapat mudah dibangun dan dipelihara dengan dana yang terbatas.

Tujuan riset ini ialah menemukan apakah prinsip - prinsip komposisi Ching (2008) diterapkan pada sekolah dasar di Kecamatan Sukolilo, Surabaya Timur serta mencoba mengusulkan *smart façade* untuk desain sekolah dasar di Surabaya.

A. Prinsip Komposisi Ching (2008)

Komposisi merupakan cara penataan dan pengoordinasian elemen serta bagian-bagian untuk menghasilkan citra yang logis, konsisten serta harmonis. Beberapa prinsip dari komposisi telah diungkapkan oleh Ching (2008) yaitu: sumbu, simetri, hirarki, irama, datum, transformasi.

1. Sumbu

Sumbu merupakan sebuah garis yang dihasilkan oleh dua titik. Garis tersebut berupa garis imajiner dan dapat dipahami (Ching, 2008). Keberadaan sebuah sumbu dapat ditentukan berdasarkan elemen – elemen seperti:

- Titik-titik di dalam ruang yang dihasilkan oleh elemen vertikal, linear, atau bentuk bangunan yang terpusat.
- Bidang-bidang vertikal seperti fasad atau muka bangunan yang simetris yang didahului oleh halaman depan atau ruang terbuka yang serupa.
- Ruang-ruang yang terdefinisi dengan jelas, yang umumnya terpusat atau teratur bentuknya.
- Pintu gerbang yang membuka ke arah luar yang menampilkan suatu pandangan atau membingkai pemandangan di luarnya.

2. Simetri

Simetri merupakan sebuah kondisi pengaturan yang berimbang antara pola-pola bentuk dan ruang yang setara pada sisi yang berlawanan dari sebuah

garis (Ching, 2008). Di sisi lain, dapat dibuat sebuah komposisi asimetris jika terdapat pola bentuk tak beraturan di sekitar sumbu.

3. Hirarki

Hirarki merupakan perbedaan yang terjadi di antara bentuk dalam komposisi arsitektur. Hal ini disebabkan karena pemaknaan dan fungsionalitas Terdapat 3 macam hirarki dalam Ching, (2008). yaitu hirarki oleh ukuran, hirarki oleh bentuk dasar, dan hirarki oleh penempatan.

4. Irama

Irama merupakan pengulangan elemen atau motif yang berpola dengan interval yang beraturan maupun tidak (Ching, 2008). Biasanya prinsip ini terjadi pada dengan ulangan elemen kolom dan balok, pintu dan jendela, dll..

5. Datum

Datum dapat didefinisikan sebagai sebuah garis, bidang, atau volume yang oleh kemenerusan dan keteraturannya berfungsi untuk mengumpulkan, mengukur, dan mengatur suatu pola bentuk dan ruang (Ching, 2008).

6. Transformasi Bentuk

Untuk mencapai komposisi yang kreatif perlu dilakukan transformasi bentuk terutama dari bentuk dasar dua dimensional seperti lingkaran, segitiga, dan bujur sangkar. Selain itu volume bentuk dasar tiga dimensional juga dihasilkan seperti tabung, kerucut, bola, limas, prisma, kubus dan balok. Komposisi ini juga dibentuk melalui 4 proses transformasi seperti: Transformasi Dimensional, Transformasi Substraktif, Transformasi Aditif, dan Benturan Pada Bentuk Geometri (Ching, 2008).

Sehingga seharusnya dapat disimpulkan fasad bangunan yang kreatif akan memiliki fasad yang harmonis dengan penerapan keenam secara lengkap. Walaupun tidak berarti seragam tetapi harus juga dapat dibangun dan diperlihara dengan harga terjangkau.

B. Smart Glass

Smart Glass atau *Electrochromic (EC) glass* menggunakan energi listrik untuk mengubah transisi kejernihan dan kegelapan sehingga dapat membatasi jumlah cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Dan saat ini teknologi ini telah masuk ke dalam komersialisasi dan berdampak sangat besar pada bangunan komersial dan perumahan.

Terdapat dua jenis “*Smart glass*” yaitu: *liquid crystal system* yang mengubah warna kaca dari jernih menjadi *translucent*, dan *photochromic glass* yang menjadi gelap terhadap sinar matahari. Sistem pertama yang digunakan ialah produk metal-oksida (*metal-oxide product*) dan produk partikel *suspended (suspended particle device)*. Karena keterbatasan paper ini maka hanya sistem pertama yang dibahas (Rudolph, dkk., 2009).

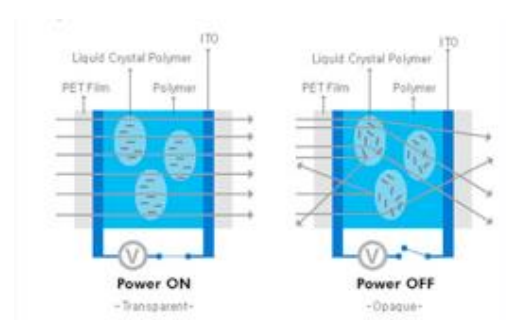
Metal Oxide Electrochromics terdiri dari lima lapisan metal oksida yang dilapis di antara 2 lapisan kaca. Lapisan – lapisan itu adalah Rudolph, dkk.(2009):

1. *Conductive layer* (Lapisan konduktif);
2. *Positive ion storage layer-colorless lithium metal oxide* (Lapisan penyimpan ion positif dari metal oksida dari litium yang tidak berwarna);
3. *Conductor/electrolyte layer* (Lapisan konduktor/ elektrolisa);
4. *Electrochromatic layer-negative tungsten oxide* (Lapisan

elektrokromatik dari oksida tungsten negatif;

5. *Conductive layer* (Lapisan konduktif).

PA-LC Glass berkerja dengan menggunakan arus listrik, molekul *liquid crystal* akan saling menyelaraskan dan membiarkan cahaya masuk sehingga kondisi kaca menjadi bening. Sedangkan saat arus listrik mati, molekul *liquid crystal* akan memiliki orientasi yang acak dan memblokir cahaya yang masuk sehingga kondisi kaca menjadi buram (http://www.smartglassinternational.com/downloads/LC_SmartGlass_Handbook.pdf).



Gambar 4. Prinsip kerja PA-LC Glass

Sumber: <http://www.thesmartglassco.com/specifications.html>

Teknologi kreatif ini sangat berpeluang untuk mengurangi biaya dan memudahkan operasional sekolah seperti yang disampaikan oleh Rudolph, dkk., (2009). Dengan menggabungkan teori komposisi Ching (2008) ini dengan *Smart Glass* (http://www.smartglassinternational.com/downloads/LC_SmartGlass_Handbook.pdf).

Metode Penelitian

Metode penelitian kualitatif diterapkan pada sejumlah 9 Sekolah Dasar di Kecamatan Sukolilo yang mewakili 30% dari populasi SD yang ada di Kecamatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengecek apakah komposisi pada Fasad Bangunan Sekolah Dasar sudah mengikuti rekomendasi komposisi yang harmonis menurut Ching (2008). Kedua sebuah usulan desain fasad dibuat dengan mempertimbangkan keperluan desain sekolah sekolah dasar dan melakukan penyesuaian teknologi desain fasad.

Hasil Analisa

Sembilan sekolah dasar dipilih untuk mewakili aspek sekolah dasar swasta dan sekolah dasar negeri. SD A, B, C dan D merupakan sekolah dasar swasta yang didapati memiliki komposisi bentuk yang lebih bervariasi. Sementara SD E, F, G, H dan I merupakan sekolah dasar negeri yang didapati memiliki bentuk yang lebih seragam.

Tabel 2 Kesimpulan Prinsip Sumbu, Simetri, dan Hirarki

No	Sekolah	Sumbu	Simetri	Elemen dengan Hirarki tertinggi
1	SD A	Tengah	A-simetri	Tabung
2	SD B	Tengah	A-simetri	Balok Kuning
3	SD C	Tengah	A-simetri	Persegi Panjang Hijau

No	Sekolah	Sumbu	Simetri	Elemen dengan Hirarki tertinggi
4	SD D	Tengah	Simetri	Atap Bagian Tengah
5	SD E	Diantara Bangunan	A-simetri	Atap Bangunan Kanan
6	SD F	Diantara Bangunan	A-simetri	Atap Bangunan Belakang
7	SD G	Tidak ditemukan	A-simetri	Tidak ditemukan
8	SD H	Diantara Bangunan	A-simetri	Atap Sisi Kiri
9	SD I	Diantara Bangunan	A-simetri	Atap Depan Sisi Kiri

Sumber: Tanumihadja, 2015

Tabel 3 Kesimpulan Prinsip Irama, Datum, dan Transformasi Bentuk

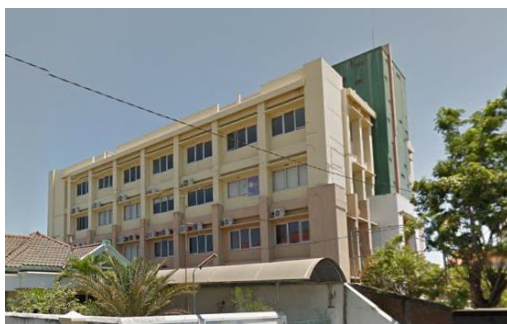
No	Sekolah	Irama pada elemen fasad berulang	Irama pada elemen kolom dan balok berulang	Datum	Transformasi
1	SD A	V		Elemen Tabung	Substraktif, Aditif, Benturan pada geometri
2	SD B	V	V	Balok	Aditif, Benturan pada geometri

No	Se-ko-lah	Irama pada elemen fasad berulang	Irama pada elemen kolom dan balok berulang	Datum	Transformasi
3	SD C	V	V	Balok	Benturan pada geometri
4	SD D	V	V	Rai-ling dan Ba-lok	Aditif, Benturan pada geometri
5	SD E	V	V	Ba-lok	Aditif
6	SD F	V	V	A-tap	Aditif
7	SD G	V	V	Ba-lok	Aditif
8	SD H	V	V	A-tap	Aditif, Substrak-tif
9	SD I	V	V	A-tap	Aditif

Sumber: Tanumihadja, 2015

Beberapa contoh dari tabel di atas akan dapat dijelaskan secara lebih visual pada kasus SD C yang merupakan SD Swasta dan SD H yang merupakan SD Negeri

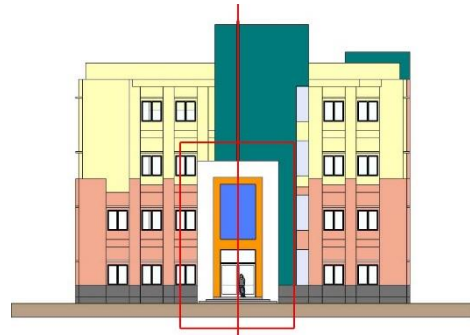
A. Analisa pada SD C (SD Swasta)



Gambar 5. Foto Bangunan SD C
Sumber: Tanumihadja, 2015

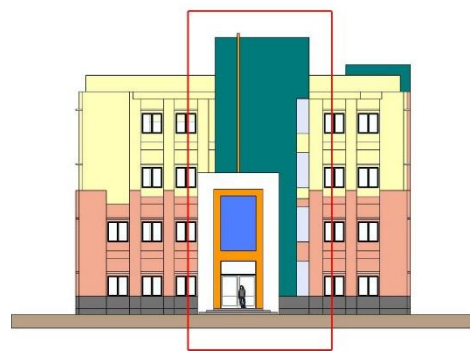
SD C yang merupakan SD Swasta sehingga komposisi yang menarik dan juga memenuhi semua prinsip Ching.

Pada SD C, didapati terdapat sumbu pada tengah masa bangunan, yaitu pada ointu masuk bangunan. Komposisi SD ini bersifat asimetri karena adanya penempatan elemen hijau yang lebih condong ke arah kanan (Gambar 6).



Gambar 6. Sumbu pada SD C dan komposisi asimetri yang dimilikinya
Sumber: Tanumihadja, 2015

Elemen berwarna hijau pada masa bangunan SD C ini telah menjadi elemen yang memiliki hirarki paling tinggi karena posisinya yang lebih tinggi, ukurannya besar, dan warnanya berbeda. (Gambar 7).



Gambar 7. Elemen yang memiliki hirarki yang paling tinggi pada SD C
Sumber: Tanumihadja, 2015

Irama pada SD C juga ditemukan sangat menarik (secara horizontal dan vertical) karena terdapat pengulangan pada bukaan dan kolom serta balok dari bangunan (Gambar 8 dan Gambar 9).



Gambar 8. Irama secara horizontal pada SD C
 Sumber: Tanumihadja, 2015

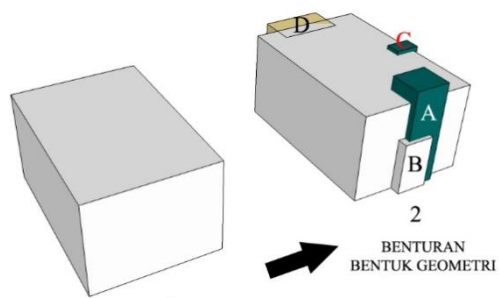


Gambar 9. Irama secara vertikal pada SD C
 Sumber: Tanumihadja, 2015

Datum pada SD C ialah sebuah balok pada bangunan menjadi datum karena elemen ini mengikat elemen lain yang ada dalam komposisi (Gambar 10). Sementara transformasi bentuk yang menggunakan benturan pada geometri (Gambar 11).



Gambar 10. Datum yang mengikat pada SD C
 Sumber: Tanumihadja, 2015



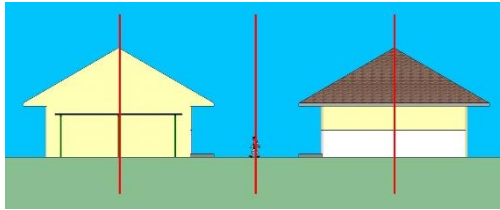
Gambar 11. Transformasi bentuk pada SD C
 Sumber: Tanumihadja, 2015

B. Analisa pada SD H (SD Negeri)



Gambar 12. Foto Bangunan SD H
 Sumber: Tanumihadja, 2015

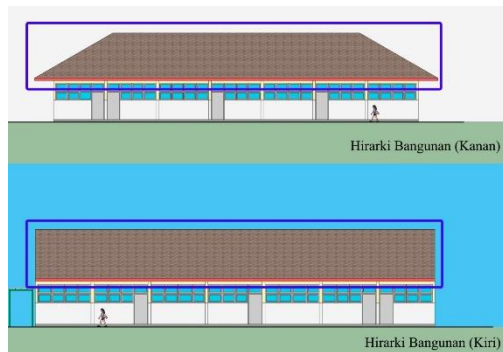
SD H, yang merupakan SD Negeri, memiliki komposisi yang sederhana. Dan semua aspeknya dicoba diterapkan dengan keterbatasan desain sekolah ini. Hal ini yang mungkin bisa menjadi dasar bagaimana fasad sekolah harus bersifat modular dan mudah dipelihara juga. Sumbu utama SD H berada di ruang terbuka yang berada di antara kedua massa bangunan yang ada. Sumbu lain terdapat pada bagian tengah masing-masing bangunan untuk mempertahankan bentuk bangunan yang simetri. Akan tetapi secara keseluruhan komposisi bangunan ini asimetri karena ketidakseimbangan sisi kanan dan kiri (Gambar 12).



Gambar 13. Sumbu dan komposisi simetri pada SD H

Sumber: Tanumihadja, 2015

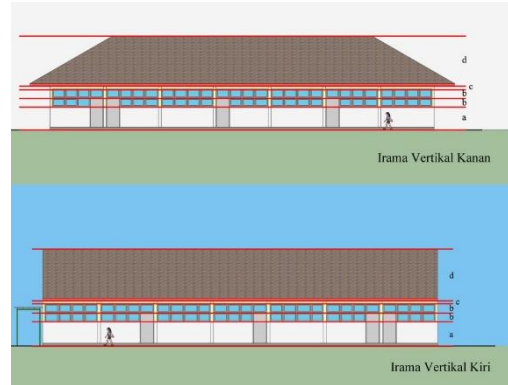
Elemen yang memiliki hirarki pada dalam komposisi SD H ini sangat jelas pada bagian atap sekolah tersebut. Elemen ini merupakan yang hirarkinya paling tinggi karena memiliki ukuran, posisi dan warna yang paling menonjol (Gambar 13). Selain itu bagian atap ini juga merupakan datum yang mengikat desain sekolah H ini.



Gambar 14. Elemen atap yang memiliki hirarki yang tinggi sekaligus menjadi datum pada SD H

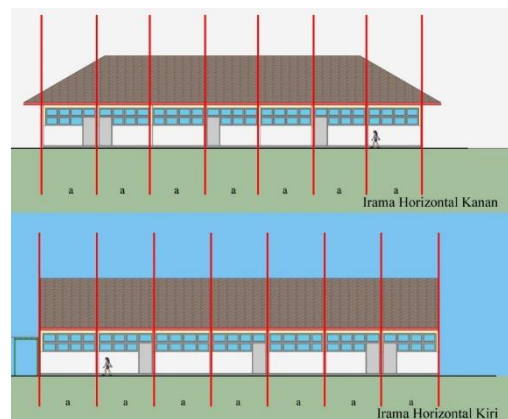
Sumber: Tanumihadja, 2015

Bangunan SD H memiliki irama yang didominasi dengan pengulangan bukaan dan kolom pada fasadnya. Hal ini menunjukkan aspek modular diterapkan pada bangunan pemerintah agar lebih murah biaya pembangunannya. Gambar 15 dan Gambar 16).



Gambar 15. Irama secara horizontal pada SD H

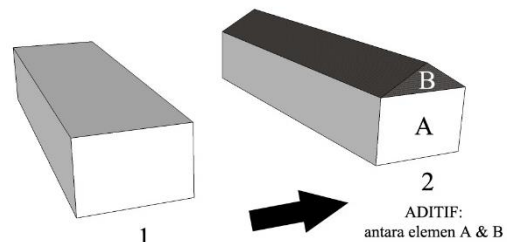
Sumber: Tanumihadja, 2015



Gambar 16. Irama secara vertical pada SD H

Sumber: Tanumihadja, 2015

Sementara transformasi bentuk pada SD H hampir sama dengan SD Negeri pada umumnya yaitu dengan transformasi aditif (Gambar 17).



Gambar 17. Transformasi bentuk pada SD C

Sumber: Tanumihadja, 2015

Beberapa temuan dari riset di atas ialah:

1. Hampir semua tampak desain sekolah dasar di Surabaya Timur telah menerapkan prinsip Ching (2008) walaupun tidak sepenuhnya. Kebanyakan SD Negeri tidak didesain dengan sumbu, simetri, irama, hirarki, datum dan transformasi. Tetapi lebih komposisi desain SD – SD tersebut terbentuk karena keterbatasan dana, memanfaatkan bangunan lama yang tidak sesuai dengan fungsinya saat ini dan mungkin didesain secara sederhana tanpa pertimbangan estetika. Sementara SD Swasta didesain dengan komposisi yang lebih menarik dengan penerapan sumbu, simetri, irama, hirarki, datum dan transformasi yang jelas.
2. Semua desain sekolah dasar yang memiliki irama yang merupakan pengulangan fasad yang potensial dikembangkan menjadi *smart façade* pada sekolah dasar ideal.

C. Usulan Desain Smart Façade untuk Sekolah Dasar

Dalam desain lanjutan, tim kami menyusun sebuah desain kelas inklusif yang melibatkan berbagai siswa dengan disabilitas yang bervariasi (non-disabilitas, disabilitas daksa dengan kursi roda, disabilitas netra total, disabilitas netra *low vision*) (Gambar 18 dan Gambar 19).



Gambar 18 Denah Usulan SD Ideal untuk Smart Education

Sumber: Tanuwidjaja, dkk., 2016



Gambar 19 Perspektif Interior Usulan SD Ideal untuk Smart Education

Sumber: Tanuwidjaja, dkk., 2016

Selanjutnya, desain sekolah dasar ini dilengkapi dengan desain *smart façade* dengan material *Metal Oxide Electrochromics* terdiri dari lima lapisan metal oksida yang dilapis di antara 2 lapisan kaca. Desain fasad ini akan dapat dikendalikan dari meja guru untuk menunjang aktivitas belajar mengajar di dalam kelas ketika membutuhkan suasana yang lebih gelap seperti ketika diadakan presentasi dengan menggunakan LCD.



Gambar 20 Smart Facade untuk SD Ideal untuk Smart Education

Sumber: Tanuwidjaja, dkk., 2016

Keuntungan *smart façade* ini juga ialah untuk mengurangi sinar matahari sore hari yang bersifat membawa kesilauan dan panas ke dalam kelas.

Kesimpulan

Konsep Sekolah Dasar yang *smart* seharusnya juga memiliki desain fasad yang juga mempertimbangkan faktor estetika. Selanjutnya desain *smart façade* yang diterapkan pada sekolah dasar seharusnya dapat menunjang konsep *Smart City* di Kota Surabaya. Hal ini sejalan dengan konsep bangunan ramah lingkungan dan konsep bangunan ramah disabilitas juga.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih diberikan kepada

- Keluarga Tony Tanumihardha yang telah mendukung riset ini
- UBCHEA yang telah mendanai riset lanjutan dalam kegiatan *service learning* terkait dengan sekolah inklusif di Surabaya.
- Prodi Arsitektur UK Petra

Daftar Pustaka/ Referensi

Buku dan Laporan

Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya. 2008, *Laporan Akhir Evaluasi Pelaksanaan Pembangunan Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) 2018 Kota Surabaya*.

Ching, F.D.K. (2008), *Arsitektur: Bentuk, Ruang, dan Tataan*. (Hanggan Situmorang, Penerjemah). Jakarta: Penerbit Erlangga.

Departemen Pendidikan Nasional. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007*. Jakarta.

Neufert, E., et al. *Architects' Data. 3rd Ed*. Oxford: Blackwell Science, 2002

Rudolph, S.E., Dieckmann, J., Brodrick, J., (2009), *Technologies for Smart Windows*, *ASHRAE Journal, July 2009*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

Website:

Dinas Pendidikan Kota Surabaya. Informasi Data Pokok Kota Surabaya Tahun 2012 (pdf) .2012. 1 Mei 2015. <<http://www.surabaya.go.id/files.php?id=2066>>

Dinas Pendidikan Kota Surabaya. Surabaya Dalam Angka (SDA) Tahun 2011. 2011. 1 Mei 2015. <<http://www.surabaya.go.id/dinamis/?id=3381>>.

Ferrer, J.N. ed., dkk., (2013), *Smart Cities Stakeholder Platform Integrated Action Plan – Report Process & Guidelines*, European Commission, diakses di <https://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Integrated%20Action%20Plan.pdf>

http://www.smartglassinternational.com/downloads/LC_SmartGlass_Handbook.pdf

<http://www.thesmartglassco.com/specifications.html>

<http://www.voaindonesia.com/a/kota-kota-indonesia-menuju-konsep-smart-city/3024412.html>