

GREEN FASAD BERBASIS KEARIFAN LOKAL (Kajian Experimental Rumah Model)

Eddy Prianto¹, Bharoto² dan Abdul Malik³

Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang^{1,2,3}

E-mail: eddy.prianto@ft.undip.ac.id

ABSTRAK

Maraknya perubahan tampilan disain fasad rumah tinggal jaman sekarang, terkadang terkesan dilakukan tanpa disadari oleh para perencana. Berbagai argument dari perubahan tersebut muncul untuk membenarannya. Kita ingat lebih dari 25 tahun yang lalu tampilan fasad rumah tinggal didominasi warna terang (putih atau cream), tapi kini? Dulu hanya bangunan-bangunan peninggalan kolonial saja yang menggunakan pelapisan batu alam, tapi kini? Tanaman rambat dulu sekedar bagian elemen dalam taman, tapi kini? Mencari jawaban dari fenomena itu, kajian experimental terhadap model rumah dilakukan di Departement Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sejak tahun 2000 an. Rumah Model berukuran 1.00m x 1.00m x 1.00m yang diletakan pada bidang datar dengan rel putar kami bedah secara berkesinambungan. Eksplorasi konfigurasi ragam disain kulit bangunan kami kaji untuk mencari jawaban : apakah perubahan-perubahan disain yang ngetrend dimasyarakat memberi dampak positif atau negative terhadap 'kenyamanan' penghuninya ?

Dua dari 6 (enam) kriteria Green Building, yaitu aspek material dan indoor air quality, menjadi batasan dalam kajian kami selama ini. Pengamatan dan pengukuran dilakukan di Semarang terhadap model Rumah dilakukan sehari penuh dari pk 06.00 hingga 18.00. Profil perubahan suhu udara eksterior dan interior dari setiap garam disain fasad kami kaji. Dimana hasil nya menunjukkan bahwa kesalahan pilihan warna dinding, kesalahan pilihan material batu alam dan tepat tidaknya penggunaan greenwall berdampak pada peningkatan suhu dalam ruangan rata-rata mencapai 20%.

Kata kunci: *Green Fasad, Rumah Model, Batu Alam, Cat, Tanaman rambat, Material, Termal*

ABSTRACT

The currently building façade has changed. 25 years ago, the color of facade was dominated by light colors such as white or cream and only colonial heritage buildings used natural stone and vines likewise used as the element of garden.

The experimental studies have been carried out at the Department of Architecture, Faculty of Engineering, Diponegoro University since the 2000s to investigate this phenomenon by using a reduced model on the roundtable with the dimension of 1.00m x 1.00m x 1.00m. Various façade design were investigated to provide indoor comfort for occupants in the seaside town like Semarang city.

The investigation only emphasized on the two of the 6 Green Building criteria in material and indoor air quality aspects. Observations and measurements on the object were carried out from 6am to 6pm. The profile of air temperature changes both exterior and interior were examined. The results show that inappropriate of wall color, natural stone and greenwall will have a significant impact on increasing indoor temperature on average of 20%.

Keywords: *Green Facade, Reduced Model, Natural Stone, Wall color, Vines, Building Material, Thermal*

PENDAHULUAN

Yang melatarbelakangi dilakukan penelitian berserial di laboratorium Teknologi Bangunan Departement Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang adalah mencoba memahami kembali, menjawab atau mencari solusi dari perubahan-perubahan dalam tampilan disain karya arsitektur dan perkotaan yang berkembang di masyarakat kita. Khusus

untuk disain rumah yang ngetrend yang terkadang cepat ditiru oleh masyarakat, bahkan sudah hingga tataran diproduksi massal ataupun sebatas kepentingan privat. Sebut saja diawal tahun 2000-an mulailah menjamur tampilan rumah bergaya minimalis dengan tampilan wajah depan rumah tinggal (facade) marak dengan pewarnaan dinding yang tajam (merah, biru, hijau, kuning dan sebagainya). Kemudian mulai 2010-an kita temui banyak disain yang menerapkan

penggunaan batu alam dan tanaman rambat (lihat **Gambar 1**).



Gambar 1. Empat ragam lapisan pengolahan dinding fasad: a). Model fasad rumah plesteran, b). Model fasad rumah di cat, c). Model fasad rumah berlapis batu alam, dan d). Model fasad rumah berlapis tanaman

Sependapat dengan Halse dalam “*Color in Interior Design*” (1978), bahwa penerapan warna menjadi salah satu unsur desain paling penting karena dengan warna maka suatu karya desain akan mempunyai arti dan nilai lebih (added value) dari utilitas karya tersebut. Dengan warna dapat diciptakan suasana ruang yang berkesan kuat, menyenangkan dan sebagainya sehingga secara psikologis memberi pengaruh emosional. Senada diungkapkan oleh Ishak, H. K. Pedoman Umum Merancang Bangunan, bahwa peran warna dalam arsitektur biasanya untuk menekankan dan memperjelas karakter dari sebuah objek yang memberikan aksen pada bentuk dan bahannya. Dengan kata lain warna memberikan ekspresi pada pikiran dan jiwa manusia sehingga sedikit banyak warna yang menentukan karakter.

Tampilan-tampilan warna dalam suatu tampilan fasade, tentunya bukan semata oleh warna cat saja, tapi material-material pelapis dinding juga memvisualisasikan warna bahannya, seperti warna dari batu alam marmer, andesit, cadi, batu kali, palimanan dan sebagainya, bahkan warna dari tanaman yang tidak harus selalu Green,

Beberapa penelitian terkait dengan greenwall dalam kontribusinya dengan kenyamanan thermal dan efisiensi energi : a).Terkait tingkat kerapatan tanamannya, besarnya pengurangan temperatur tergantung pada luas daun, geometri, kerapatan dedaunan, warna vegetasi, dan pengaruh bayangan daun. (Wong et al., 2010), (Widiastuti, et.al, 2014,2016,2018,2019,2020). b). Penerapan sistem greenwall dapat meningkatkan nilai

tambah dari bangunan, misalnya meningkatkan nilai aset, meningkatkan citra dan reputasi, dan meningkatkan kemampuan pasar yang kompetitif (Apriyanti, 2018) (Jakarta, 2020), c).Terkait aspek ekologi dan efisiensi energi, salah satu penelitian membuktikan juga bahwa bangunan yang diselubungi tanaman dengan sistem greenwall dapat memberikan manfaat terhadap ekologi dan lingkungan. Terlebih lagi, greenwall dapat mengurangi efek urban heat island (UHI), sehingga akan memberikan kenyamanan thermal secara alami pada bangunan dan memungkinkan untuk penghematan energi (Cheng et al, 2010), (Perini et al, 2012).

Rumusan masalah

Mengapa fasade itu penting di cermati?

Mengekspose tampilan fasad rumah tinggal tentunya memiliki dampak dalam perubahan suhu interior bangunan tempat tinggal. Pengaruh iklim luar ini yang tertransmisi ke dalam bangunan melalui kulit bangunan akan menyebabkan beban pendinginan semakin besar. Pada penelitian sebelumnya (Prianto,2007) diketahui bahwa beban panas karena kulit bangunan (skin load dominated) pengaruhi 80% panas suhu interiornya. Dan prosentase ini akan semakin meningkat bila kita tidak mentraitment disain kulit bangunan tersebut dengan bijak. Karena pembungkus bangunan (envelope) yang terdiri dari dinding dan atap, dimana untuk rumah tradisional tropis luasan dinding rata-rata 50% dari total kulit bangunan, sedangkan untuk rumah modern minimalis luasan dinding bias mencapai 70% luasan kulit bangunan (Prianto, 2004). Secara prinsip, element pelapis fasade tersebut dapat berfungsi sebagai isolator yang ramah lingkungan Dan dinding yang terkena radiasi matahari tersebut akan menjadi panas dan meneruskan panasnya ini kedalam ruangan (Lippsmeier, 1994), (Karyono, 2010). Mensitasi pendapat Rapoport oleh Asquit & Vellinga, bahwa penyelesaian masalah atau pembelajaran apa pun bisa bersifat spesifik dan umum. Yang paling spesifik mungkin membahas desain untuk kelompok tertentu atau di lokasi tertentu (Asquith & Vellinga, 2006). Untuk itu pada tataran penyajian ini, kami akan fokuskan pada aspek fasadenya untuk kasus pengamatan pada bangunan rumah tinggal di kota Semarang

Sekilas Green Building

Sekilas memahami definisi Green Building/ Bangunan Hijau (juga dikenal sebagai konstruksi hijau atau bangunan berkelanjutan) mengarah pada struktur dan pemakaian proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan hemat sumber daya sepanjang siklus hidup

bangunan tersebut, mulai dari pemilihan tempat sampai desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi, dan peruntukan (GBCI, 2020), (LEED, 2018). Praktik ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik dalam hal ekonomi, utilitas, durabilitas, dan kenyamanan. Dari 6 (enam) kriteria green Building menurut GBCI, yaitu Tepat Guna Lahan, Efisiensi dan konservasi Energi, Konservasi Air, Sumber dan Siklus Material, Kualitas Udara dan kenyamanan Ruang, dan Manajemen Lingkungan Bangunan (Jakarta, 2020)

Pada kesempatan ini kami memfokuskan untuk mengeksplorasi pada aspek Material dan Kualitas Udara. Kajian material yang kita cermati adalah ragam pelapis dinding bangunannya dan kualitas udara ruangnya terkait dengan tingkat suhu yang diharapkan lebih nyaman. Karena aspek material ini sangat dinamis perubahannya, bahkan bilamana sudah menjadi fenomena umum atau trend, maka masyarakat awam akan menelan mentah untuk menirunya.

Metoda Penelitian Building Science

Terkait dengan metode pengamatan yang kami pilih, sebagaimana kita ketahui bahwa terdapat 3 metode yang lazim digunakan pada ranah building science. Pada kesempatan ini kami coba sajikan metode pengukuran lapangan dengan model miniatur. Kami berharap plus minus dalam penggunaan metode ini menjadi peluang untuk experiment berikutnya.

Tujuan Tulisan

Tujuan dari tulisan ini ada dua hal. Pertama memberi pemahaman bagi kita bersama bahwa pengolahan element dinding yang ramah lingkungan seharusnya dilakukan dengan bijak, karena bilamana treatment yang tepat pada element fasade ini akan memberi dampak secara signifikan pada tingkat kenyamanan penghuninya.

Sejauhmana kontribusi dan solusi disain dari berbagai pengolahan fasade ini (pengunaan lapisan cat warna, batu alam hingga tanaman dinding) terhadap terciptanya disain bangunan yang green?

METODE

Objek penelitian : Model Miniatur Rumah

Penelitian ini telah dilakukan beberapa waktu sebelumnya (Prianto, 2010, 2011, 2011) dimana dilakukan dengan menggunakan pendekatan Reseach and Development (R&D), yaitu suatu penelitian yang ditindaklanjuti dengan pengembangan suatu model (model reduksi rumah minimalis tropis). Secara skematik dan

tampilan reel Rumah model dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Sketsa konstruktif dan obyek reel miniatur rumah model yang berada di Departement Arsitektur FT Undip

Secara prinsip deskripsi fisik dari rumah model uji coba kami tersebut adalah sebagai berikut :

- Ukuran model : 1.00m x 1.00m x 1.00m
- Bahan atap : asbes
- Model atap : pelana
- Bahan dinding : batu bata dipleser (bata ukuran reel)
- Lubang jendela pada facade utama : porosity 30%
- Lantai : keramik putih
- Plafon : asbes
- Letak lubang jendela miniatur : inlet pada bagian depan dan outlet pada bagian belakang

Pada kesempatan itu, kami akan mengkaji 3 (tiga) ragam model pelapis dindingnya (Prianto, 2010, 2011, 2012), yaitu pertama, model rumah dengan dinding batu bata dilapis plester, model ini akan dijadikan data ukur pembandingan. Kedua, model rumah dengan dinding di beri lapisan cat warna. Ketiga, model rumah dengan dinding dilapisi batu alam dan terakhir adalah model dengan dinding dilapisi tanaman. Artinya dalam tiap percobaan, model tersebut hanya kami kombinasikan/modifikasi aspek fasadenya saja.



Gambar 3. Empat ragam lapisan pengolahan dinding fasad: a).Model fasad rumah plesteran, b). Model fasad rumah di cat, c).Model fasad rumah berlapis batu alam d)., dan d). model fasad rumah berlapis tanaman

Bahan dan Alat ukur

Pengukuran untuk mengetahui suhu permukaan dinding, suhu udara ruangan, kelembaban yang diamati setiap jam dar pk 06.00-18.00 dilakukan dengan bantuan peralatan “*infrared thermometer, light meter dan thermo-higro meter*”, sebagaimana ditampilkan pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Ragam peralatan yang digunakan dalam pengukuran: a). Infrared thermometer, b). Light meter, c) Thermo-higro clock

Prosedur Pengukuran

Tujuan pengukuran dalam keseluruhan penelitian ini adalah mendapatkan besaran/nilai suhu interior dan nilai suhu permukaan dinding-dindingnya.

Sedangkan tahapan pengukuran adalah sebagai berikut :

Tahapan awal, merupakan tahapan untuk mendapatkan data awal sebagai pembanding bagi keseluruhan perubahan model. Yaitu kami melakukan pengukuran terhadap model dengan kondisi dinding-dinding yang belum di finishing (masih berupa plesteran semen warna abu-abu). Pengukuran suhu udara kita gunakan alat thermoter dan barometer, sedangkan pengukuran suhu permukaan dinding-dindingnya kita gunakan infra red. Thermo hygrolock digunakan untuk memberi sinyal waktu pengukuran yang

kami lakukan setiap rentang 1 jam. Karena pelaksanaan pengukuran ini dilakukan secara manual (belum menggunakan sensor ataupun program aplikasi), maka data diambil 3 (tiga) kali tiap pengukuran. Teknis pengukuran seperti ini kami lakukan serupa pada tahapan-tahapan selanjutnya.

Tahap kedua, kami lakukan pengamatan terhadap model dengan kondisi dinding-dinding yang dilapisi batu alam. Pada kesempatan itu kita experimenkan lapisan dinding dengan batu alam palimanan, batu candi, batu andesit dan keramik.

Tahap ketiga, kami melakukan pengamatan terhadap model yang dibungkus dengan unsur tamanan (rumput). Dan terakhir dilakukan rekapitulasi data-data untuk kemudian masuk pada tahap analisa.

Metoda Analisa

Data-data yang diperoleh dalam tiga karakter pengukuran tersebut, kemudian dianalisa untuk mendapatkan tujuan dari penelitian ini. Adapun metoda penganalisaan yang kami lakukan untuk setiap tahapan tersebut, terdapat 3 (tiga) penganalisaan:

Pertama, mengkaji profil perbedaan suhu udara eksterior dan interior, hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa selisih yang terjadi diantaranya karena ‘traitment’ lapisan dindingnya.

Kedua, mengkaji profil suhu permukaan dinding eksterior dan suhu permukaan dinding interirnya, hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dan lama resapan panas/dingin yang terjadi dari masing-masing karakter dindingnya. Karena efek inilah yang secara kumulatif akan didapatkan suhu rata-rata udara interior bangunan.

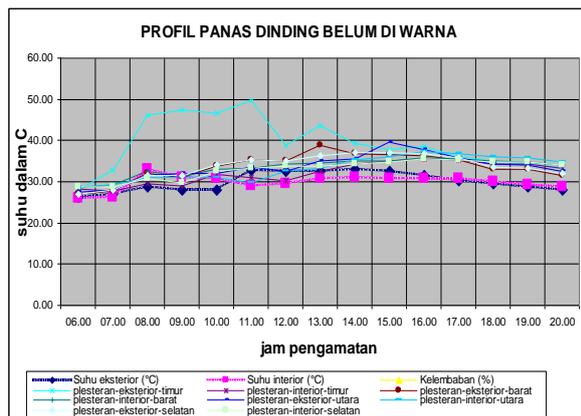
Ketiga, solusi disain yang diusulkan, diantara berbagai pertimbangan disain dengan pemakaian ‘model’ lapisan dinding agar didapatkan akumulasi suhu udara interior yang lebih sejuk/dingin.

Keempat, adalah rekapitulasi kajian dari pengamatan sebelumnya yang disusu dalam bentuk tabel progresif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jangan biarkan dinding rumah sebatas plesteran semen

Pada bagian pertama pembahasan ini, kami mulai dengan mencermati profil suhu udara interior bangunan pada model yang belum di olah. Artinya model ini berdinding belum finishing/ berupa plesteran tanpa warna dan pelapisan dinding lainnya.



Gambar 4. Profil suhu permukaan dinding tanpa finishing (plesteran) dari berbagai arah orientasi (Utara, Selatan, Barat dan Timur) di kota Semarang

Sebagaimana kita ketahui suhu ambience interior disebabkan diantaranya oleh akumulasi suhu permukaan dinding bagian dalamnya, dimana panas ini disebabkan oleh rambatan panas dari suhu dinding bagian luarnya. Makin panas suhu dinding bagian luar bangunan tersebut berbanding lurus dengan dampak panas suhu dinding dalam bangunan dan akhirnya ambience interiornya akan meningkat panasnya. Untuk itu pada situasi ini kita akan mencermati dan mengusahan terciptanya suhu bagian luar yang rendah. Dari pengamatan dan pengukuran lapangan terhadap beberapa karakter dinding 'telanjang' belum difinishing dengan pengecatan, bahkan pemasangan batu alam hingga mungkin penambahan tanaman rambat atau dinding bangunan baru sebatas di plester. Hasil pengukuran ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Profil suhu udara ruangan : Dimana pada suhu udara rata-rata eksterior 29,9°C, ternyata profil suhu rata-rata interior bangunannya hanya didapatkan perbedaan sebesar 0,1°C atau relatif tidak ada perbedaan suhu eksterior dan interior dinding-dindingnya.

Profil suhu permukaan dinding : profil suhu bagian ini didapatkan suhu maksimum 39,2°C atau mengalami peningkatan 31% dari suhu udara eksteriornya. Sedangkan profil keempat suhu permukaan lainnya (depan, samping kanan kiri dan belakang) mengalami kenaikan relatif sama rata-rata 12% dari suhu eksteriornya.

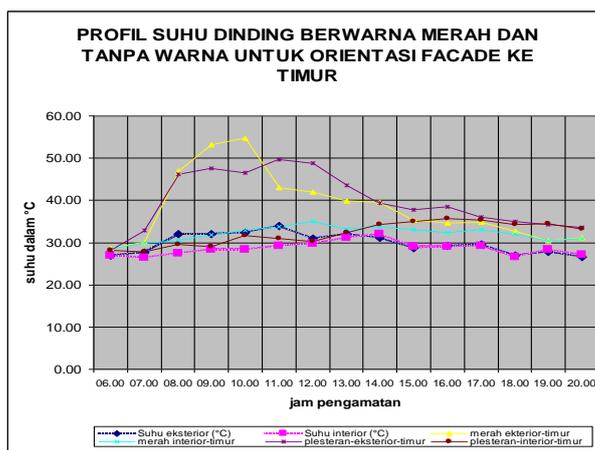
Profil perbedaan suhu permukaan dinding antara eksterior dan interior : pada kondisi ini, perbedaan panas rata-rata permukaan dinding eksterior dan interior mencapai 2°C, dengan rata-rata untuk suhu permukaan dinding eksterior 34,9°C dan interiornya 33°C. Yang patut dicermati adalah kondisi untuk dinding menghadap ketimur, dimana dibanding dengan karakter suhu dinding-dinding lainnya didapatkan data bahwa perbedaan suhunya sangat ekstrim mencapai 7°C. Atau lebih detailnya, urutan penyerapan

panas pada dinding tak berwarna ini dari kondisi tertinggi adalah : bagian timur (7°C), selatan (0,6°C), utara (0,3°C) dan barat (0,1°C).

Solusi disain : Dari paparan tersebut diatas, pertama, dapat digaris bawahi bahwa untuk bangunan tanpa finishing/ hanya berupa plesteran-dimana bangunan tersebut berlokasi di kota Semarang (kota pantai) hanya akan mengalami penurunan suhu udaranya sebesar 0,1°C atau dapat dikatakan tak ada perbedaan suhu antara eksterior dan interior. Kedua, perlu diperhatikan untuk bangunan yang fasade utamanya menghadap ketimur, dimana dari hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan profil suhu permukaan dinding bagian eksterior dan interior mencapai 7°C (dimana suhu untuk dinding-dinding lainnya hanya berselisih kurang dari 2°C). Dimana solusi praktisnya mungkin diprioritaskan untuk dilakukan pelapisan permukaan dinding ini agar terjadi penurunan suhu permukaan dindingnya. Singkat kata, dinding bagian timur untuk rumah di kota Semarang jangan dibiarkan hanya plesteran.

Suhu Interior rumah berdinding warna lebih dingin 130% dibanding tanpa warna

Pada bagian kedua ini, kami mulai dengan memberi salah satu dinding nya pelapisan warna merah pada bagian dinding eksteriornya. Dengan memperbandingkan kedua kondisi ini dengan kondisi sebelumnya (berupa plesteran saja), akan didapatkan beberapa catatan yang dapat dimanfaatkan.



Gambar 5 : Profil suhu permukaan dinding warna merah dari berbagai arah orientasi (Utara, Selatan, Barat dan Timur) di kota Semarang

Hasil pengukuran pada tahap kedua ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Profil suhu udara ruangan : pada saat pengukuran dihari yang berbeda, kondisi cuaca sekitar lokasi relatif tidak berbeda, dimana suhu

udara rata-rata eksterior 29,9°C, ternyata profil suhu rata-rata interior bangunannya mengalami perubahan yang cukup diperhitungkan yaitu didapatkan perbedaan sebesar 1,3°C (dari 29,9°C ke 28,6°C). Atau mengalami kenaikan lebih dingin sebesar 130% bilamana dibandingkan dengan suhu interior dinding hanya berplester (0,1°C). Jadi sejauh ini, telah terbukti pemberian palapisan warna pada permukaan dinding bagian luar sangat signifikan mengalami penurunan suhu ruangan interiornya hingga 130%.

Profil suhu permukaan dinding : profil suhu maksimum dinding berwarna merah mencapai 38,5°C atau mengalami peningkatan 29% dari suhu udara eksteriornya (dari 29,9°C ke 38,5°C). Sedangkan profil keempat suhu permukaan lainnya (depan, samping kanan kiri dan belakang) mengalami kenaikan relatif sama rata-rata 12% dari suhu eksteriornya.

Profil perbedaan suhu permukaan dinding antara eksterior dan interior : pada kondisi ini, perbedaan panas rata-rata permukaan dinding eksterior dan interior mencapai 6,4°C, dengan rata-rata untuk suhu permukaan dinding interiornya 31,2°C.

Perbedaan panas permukaan dinding eksterior dan interior dari dinding berwarna warna ini mencapai 6,4°C, sedangkan untuk dinding tak berwarna mencapai 7,7°C, atau dapat dikatakan lebih panas 1,3°C.

Tabel 1. Hasil ukur rata-rata profil suhu udara dan suhu permukaan dinding berplester dan dinding pelapisan cat warna

	Model berdinding plester (dalam 0C)	Model berdinding warna (dalam 0C)
Suhu udara eksterior	29.9	29.9
Suhu udara interior	29.8	28.6
Suhu permukaan dinding eksterior	39.8	38.5
Suhu permukaan dinding interior	32.1	32.1

Solusi disain : Dari paparan tersebut diatas, dapat digaris bawahi bahwa untuk bangunan berlapis warna, dimana bangunan tersebut berlokasi di kota Semarang (kota pantai) akan mengalami penurunan suhu udaranya sebesar 1,3°C. Coba bandingkan dengan dinding bangunan yang hanya berupa plesteran dimana penurunannya 0,1°C. Dalam hal ini kita tidak merekomendasikan secara kaku bahwa keharusan melapisi bangunan di kota tropis seperti Semarang ini dengan pewarnaan dinding. Kita sebagai perencana haruslah bijak-kita simak dulu, fungsi bangunan yang direncana tersebut sebatas untuk aktifitas apa. Bila aktifitasnya memang membutuhkan kehangatan, maka solusi

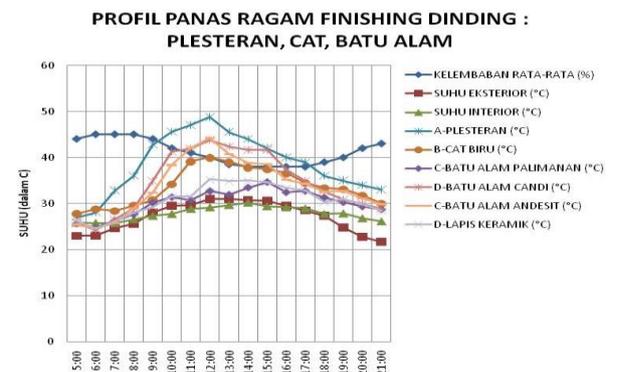
pilihan dinding plesteran bisa dikatakan tepat dibanding dinding diberi pewarnaan.

Secara rekapitulatif data pengukuran dengan paparan deskriptif pada bagian kedua dapat disimak pada **Tabel 1** dibawah ini, dimana peran pelapisan warna dinding sangat signifikan dalam menurunkan suhu udara interior ruangan.

Bijak dalam pemilihan batu alam untuk fasad utama rumah tinggal

Pada bagian ketiga ini, kami mengamati dan mengukur profil suhu permukaan dinding-dinding bangunan model yang dilapisi beberapa batu alam. Kajiannya baik dilakukan secara spesifik untuk mengetahui pilihan jenis batu alam mana yang tepat untuk rumah tinggal dengan kosekuensi didalamnya, juga dilakukan kajian pembandingan dengan studi sebelumnya, yaitu pemakaian pewarnaan cat pada lapisan dindingnya.

Hasil pengukuran pada tahap ketiga ini dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 : Profil suhu permukaan dinding dengan pelapisan batu alam

Profil suhu udara ruangan : sebagai ilustrasi teknis pengukurannya, dilakukan pada hari yang berbeda dengan cuaca yang relatif stabil, dimana suhu udara rata-rata eksterior 29,0°C. Dari keempat pelapisan dinding dengan batu alam ini, ternyata profil suhu rata-rata interior bangunannya mengalami perubahan yang cukup variatif, yaitu sebesar 26,8°C untuk model dengan pelapisan Batu Candi, 26,2°C untuk model dengan pelapisan Batu Palimanan, 27°C untuk model dengan pelapisan Batu Andesit dan sebesar 26,3°C untuk model dengan pelapisan model dengan kermik dinding warna coklat muda. Atau bilama di runtutkan perbedaan atau besaran selisih penurunannya antara suhu udara eksterior dan suhu udara interior adalah 9,7% terjadi pada Model Palimanan, merupakan nilai penurunan tertinggi dibanding material batu alam lainnya. Disusul penurunan 9,3% terjadi pada model berlapis keramik, kemudian penurunan 7,6% terjadi pada model berlapis bantu camdi dan terakhir 6,9% saja terjadi pada

model dengan menggunakan pelapisan batu alam Andesit. Jadi sejauh ini, untuk pemahaman dan pembelajaran kita semua, bahwa pilihan pelapisan batu alam memiliki konsekuensi penurunan suhu dalam ruangan yang sangat variatif. Artinya jangan dilihat dari aspek estetis dan harganya dalam penerapannya.

Profil suhu permukaan dinding : profil suhu permukaan dinding yang paling tinggi dari keempat jenis pelapisan batu alam ini didapat pada model dengan pelapisan batu candi (36°C) atau mengalami peningkatan 24% dari suhu udara eksteriornya (dari 29°C ke 36°C). Sedangkan profil kenaikan suhu permukaan dinding keempat suhu permukaan lainnya (depan, samping kanan kiri lainnya secara berurutan hingga terendah adalah sebagai berikut : Model dengan pelapisan dinding keramik (34°C) atau mengalami peningkatan 17% dari suhu udara eksteriornya (dari 29°C ke 34°C). Kemudian disusul model dengan pelapisan batu Andesit (32,2°C) atau mengalami peningkatan 11% dari suhu udara eksteriornya (dari 29°C ke 32,2°C) dan terakhir atau yang paling rendah selisihnya adalah model dengan pelapisan batu alam palimanan (31,3°C) atau mengalami peningkatan cuma 8% dari suhu udara eksteriornya (dari 29°C ke 31,3°C).

Solusi disain : Dari paparan tersebut diatas, dapat digaris bawah bahwa penerapan atau pemilihan batu alam pada fasade dinding bangunan, seyogyanya memperhatikan karakter fisik bebatuannya, bukan sekedar tampilan dan harganya. Pilihan batu alam yang mudah didapat pada suatu lokasi perencanaan biasanya memiliki harga yang relatif lebih murah dibanding dengan pilihan jenis batu alam yang harus mendatangkan dari luar lokasi. Lebih utama dalam hal ini adalah karakter fisiknya, dimana makin keras batu alam tersebut akan semakin panas suhu permukaan yang dihasilkannya, dengan konsekuensi maka rambatan panas menuju kedalam ruangan juga bersuhu lebih tinggi. Hanya saja karakter fisik keras batu ini juga signifikan tergantung dalam kondisi cuaca lingkungannya. Bilamana lokasi perencanaan berada di daerah dingin, maka karakter fisik batu yang keras juga akan makin dingin efeknya dibanding dengan suhu udara eksteriornya. Jadi untuk kota Semarang, dengan karakter cuaca panas pantai, direkomendasikan untuk pilihan pelapisan dinding bagian fasade utamanya dengan menggunakan batu alam palimanan, keramik, candi dan adesit. Dengan catatan, pemakaian pelapisan batu alam itu bilamana kondisinya memang terksposet langsung terhadap pancaran sinar matahari. Karakteristik termal untuk dinding dengan lapisan batu alam yang terlindung, dalam hal ini tidak diulas pada kesempatan ini.

Secara rekapitulasi data pengukuran dengan paparan deskriptif pada bagian kedua dapat disimak pada **Tabel 2**, dimana peran pelapisan

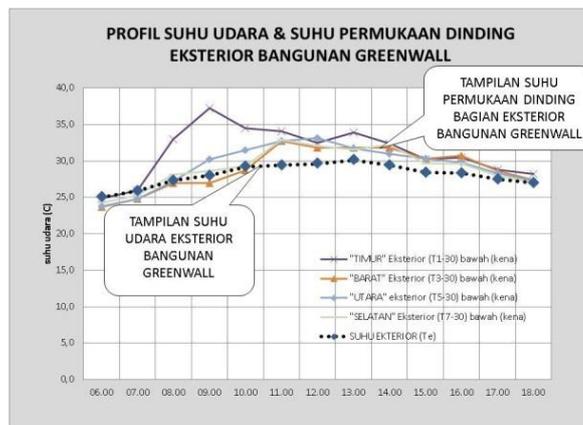
warna dinding sangat signifikan dalam menurunkan suhu udara interior ruangan.

Tabel 2. Hasil ukur rata-rata profil suhu udara dan suhu permukaan dinding berlapis batu alam

	Model batu alam Andesit (dalam °C)	Model batu alam Palimanan (dalam °C)	Model batu alam Candi (dalam °C)	Model keramik (dalam °C)
Kelembaban udara eksterior	40.7	40.7	40.7	40.7
Suhu udara eksterior	29	29	29	29
Suhu udara interior	27	26.2	26.8	26.3
Suhu permukaan dinding eksterior	32.2	31.2	36	34

Pelapisan dinding dengan tanaman rambat dapat diterapkan diberbagai orientasi facade

Pada bagian keempat ini, kami ingin mengetahui profil termal ruangan dalam yang disebabkan oleh pemakaian lapisan tanaman pada dinding model (lihat **Gambar 7**). Experiment ini sangat fleksibel dan praktis, karena kami menggunakan model rumah berukuran miniatur.



Gambar 7 : Profil suhu permukaan dinding dengan pelapisan tanaman pada dinding fasade

Profil suhu permukaan dinding eksterior : profil suhu maksimum dinding berlapis tanaman ini dibanding suhu udara eksteriornya, rata-rata 1,6 °C (hampir mencapai 2°C atau 6% lebih panas. Lebih detailnya perbedaan panas berdasarkan orientasi adalah sebagai berikut : untuk bagian Timur terdapat kenaikan 0,7°C atau 3% lebih panas, untuk bagian Barat terdapat kenaikan 0,6°C atau 2% lebih panas, untuk bagian Selatan terdapat kenaikan 0,5°C atau 2%

lebih panas dan untuk bagian utara terdapat kenaikan 0,4°C atau 1% lebih panas.

Profil perbedaan suhu permukaan dinding antara eksterior dan interior : pada kondisi ini, perbedaan panas rata-rata permukaan dinding eksterior dan interior mencapai hanya 0.8°C, dengan rata-rata untuk suhu permukaan dinding interiornya 27.2°C dan untuk suhu rata-rata dinding eksteriornya 28.1°C. bilamana dicermati secara detail perubahan suhu tersebut (pengukuran setiap jam rentang pk 06.00 hingga 18.00) bahwa perbedaan suhu ruangan mulai lebih dingin dari pada suhu eksteriornya dimulai pk 07.00 hingga pk 18.00, atau relative lebih dingin sepanjang hari, hal ini tentu berakibat pada penurunan suhu udara interior secara signifikan. Artinya, terjadi keuntungan pada rumah yang di treatment dengan green wall, bahwa suhu udara dalam ruangan akan lebih cepat dingin selama 11jam/13 jam (85%), dari studi sebelumnya terhadap bangunan yang belum ditreatmet Greenwall hanya diperoleh sebesar 8jam/13jam (62%).

Solusi disain : Dari paparan tersebut diatas, pertama, dapat digaris bawahi bahwa penempatan tanaman rambat dapat dilakukan pada semua orientasi fasade , karena dari hasil pengamatan tersebut terdata bahwa perbedaannya selisihnya antar orientasi tidaklah terlalu signifikan. Kedua, terkait ragam tanaman sejauh ini hanyalah tanaman rambat/ tertentu saja yang mampu diterapkan sebagai Green Wall. Namun solusi kreatif dapat dilakukannya, bilamana kita mengkreasikan teknis penempatan yang berbeda (gantung, cantel bahkan penyusunan rapat dari suatu pot tanaman), walau kita akan ketahu bahwa kesemua teknis akan memiliki dampak penurunan suhu yang beragam. Yang penting untuk digarisbawahi bahwa secara prinsip bahwa penggunaan tanaman dinding ini sangat signifikan dalam menurunkan suhu udara ruangan dalam berbagai orientasi facade. Untuk kondisi tanaman yang tidak tahan panas dapat dibantu dengan bantuan pelindung/ tritisan pada facade bangunan.

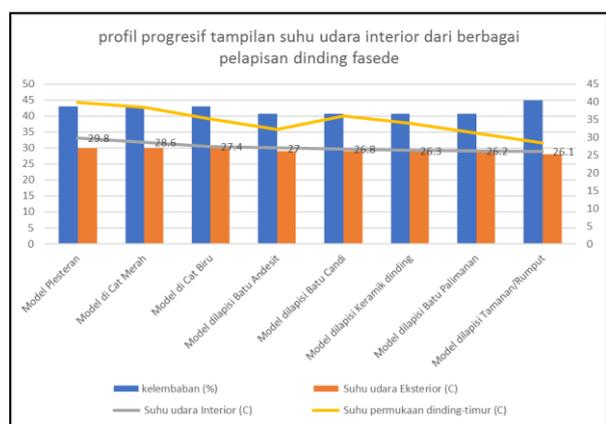
Antara plesteran hingga Green Wall : tepat dalam penempatan dan serta tepat dalam pilihan ragamnya

Pada bagian kelima ini berupa rekapitulasi hasil kajian-kajian diatas terhadap traitment fasade yang green design dengan mengakomodir material setempat, artinya kemudahan mendapatkan material pelapis dinding fasade lebih diutamakan. Tampilan **Tabel 3** dan **Gambar 8** untuk mempermudah pemahaman secara visual dari hasil rekapitulasi semua kajian diatas. Perlu di sampaikan disini bahwa pengolahan tampilan

ragam cara pada fasade sebenarnya dalam udaha untuk mendapatkan kondisi suhu interior ruangan (paling dingin). Hari kesekian pengolahan ini, maka secara berurutan terprogresif lebih baik adalah solusi penggunaan tanaman rambat (26,1°C), pelapisan batu alam Palimanan (26,2°C), pelapisan keramik dinding (26,3°C), pelapisan batu alam Candi (26,8°C), pelapisan batu alam Andesit (27 °C), pewarnaan dinding dengan cat Biru (27,4,2°C), pewarnaan dinding dengan cat Merah (28,6°C) dan terakhir adalah model bangunan hanya di plester semen (warna abu-abu) (29,8°C).

Tabel 3. Rekapitulasi hasil ukur suhu udara interior dari berbagai pelapisan dinding fasade

		kelembaban (%)	Suhu udara Eksterior (C)	Suhu udara Interior (C)	Suhu permukaan dinding-timur (C)
Kajian 01	Model Plesteran	43	29.9	29.8	39.8
	Model di Cat Merah	43	29.9	28.6	38.5
	Model di Cat Biru	43	29.9	27.4	35.2
Kajian 02	Model dilapisi Batu Andesit	40.7	29	27	32.2
	Model dilapisi Batu Candi	40.7	29	26.8	36
	Model dilapisi Keramik dinding	40.7	29	26.3	34
	Model dilapisi Batu Palimanan	40.7	29	26.2	31.3
Kajian 03	Model dilapisi Tamanan/Rumput	45	28.1	26.1	28.4



Gambar 8 : Diagram progresif tampilan profil suhu udara interior berbasis pelapisan dinding yang green

KESIMPULAN

Penelitian atau pengamatan dan pengukuran aspek Green Building (terutama parameter material dan air quality) yang dilakukan secara in-

situ, akan sangat dinamis bilamana dilakukan dengan penggunaan model miniatur. Kekurangan atau kelengkapan penelitian tersebut, secara prinsip menjadi peluang dilakukan kajian selanjutnya, seperti pensimulasian secara digital (penggunaan aplikasi software) hingga kajian matematis. Pertimbangan waktu dan kecepatan merespond permasalahan di lapangan telah terbukti dalam kajian diatas.

Pilihan ragam lapisan dinding fasade dengan pengecatan warna, merupakan solusi yang tepat dibanding dengan tampilan fasade yang belum terfinishing. Hanya saja pilihan warna biru lebih memberi dampak penurunan suhu dalam ruangan lebih besar dari pada pemakaian pewarnaan merah.

Seyogyanya bukan sekedar tampilan estetika ragam batu alam dalam usaha mempercantik fasade utama rumah tinggal, karakter fisik batu alam dan konstribusinya terhadap terciptanya temperatur ruangan dalam patut mulai dipertimbangkan. Secara runtut, pilihan terbaik untuk bangunan di kota pantai seperti Semarang, adalah pilihan penggunaan pelapisan batu alam Palimanan, dinding Keramik, batu alam Andesi dan batu Andesit.

Aspek penempatan pelapisan tanaman pada dinding fasade dimungkinkan pada segala orientasi fasade utama (Timur, Utara, Selatan bahkan Barat), karena perbedaan suhu permukaan dinding masing-masing orientasi relatif tipis/tidak terlalu signifikan dalam memberikan dampak perubahan suhu dalam ruangan. Kajian terhadap pola tanam, ragam tanaman hingga perlu tidaknya terlindung dibawah bayang-bayang pancaran sinar matahari, kesemua ini merupakan peluang untuk ditindaklanjuti.

Solusi terbaik dari pengolahan Green facade dalam mendapatkan suhu udara interior terendah didapatkan runtutan dari terbaik hingga terendah adalah sebagai berikut : pertama, penggunaan tanaman rambat. Kedua, pelapisan batu alam Palimanan. Ketiga, pelapisan keramik dinding. Keempat, pelapisan batu alam Candi. Kelima, pelapisan batu alam Andesit. Keenam, pewarnaan dinding dengan cat Biru. Ketujuh, pewarnaan dinding dengan cat Merah. Dan terakhir pengolahan fasade hanya dilakukan pelapisan adukan semen (plester).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kami ucapkan terimakasih pada pengelola Department Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang telah memfasilitasi pengoperasionalan Rumah Model, baik untuk kepentingan riset, pembelajaran atau praktek mahasiswa hingga materi untuk kegiatan masyarakat. Juga kamin tidak lupa ucapkan terimakasih kepada Pengelola

Fakultas Teknik (dekanat FT) yang secara berseri membantu dalam pembiayaan beberapa penelitian hibah terkait obyek Rumah Miniatur Hemat Energi. Terakhir pada para mahasiswa berbagai Angkatan yang tak bias saya sebutkan satu persatu yang saat itu telah membantu bekerjasama dalam melakukan pengukuran di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel dalam Jurnal (Jurnal Primer)

- Cheng C.Y., Ken K.S. Cheung, L.M. Chu (2010). *Thermal Performance Of A Vegetated Cladding System On Façade Walls*, Building and Environment, doi:10.1016
- Perini Katia, Ottele Marc, Haas E.M., Rossana Raiteri Rossana. (2012). *Vertical Greening Systems, A Process Tree For Green Facades And Living Walls*, Urban Ecosyst, doi: 10.1007/s11252-012-0262-3.
- Prianto, E. (2004). *Alternatif disain arsitektur daerah tropis lembab dengan pendekatan kenyamanan thermal. DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 30(1).
- Prianto, E. (2007). *Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming*. Jurnal Riptek, 1(1), 1-10.
- Prianto, E. (2010). *Efek warna dinding terhadap pemakaian energi listrik dalam rumah tangga*. Jurnal Riptek, Bappeda Kota Semarang, 4(1), 31-45.
- Prianto, E. (2011). *Efek Penggunaan Batu Alam pada Fasad Rumah Tinggal terhadap Pemakaian Energi Listrik*. jurnal Riptek, Bappeda Kota Semarang, 5(2), 53-60.
- Prianto, E. (2012). *Strategi disain fasad rumah tinggal hemat energi*. Jurnal Riptek, Bappeda Kota Semarang, 6(1), 54-64.
- Widiastuti, R., Caesarendra, W., & Zaini, J. (2019). *Observation to building thermal characteristic of green façade model based on various leaves covered area*. Buildings, 9(3), 75.
- Widiastuti, R., Caesarendra, W., Prianto, E., & Setia Budi, W. (2018). *Study on the leaves densities as parameter for effectiveness of energy transfer on the green facade*. Buildings, 8(10), 138.
- Widiastuti, R., Prianto, E., & Setia Budi, W. (2014). *Evaluasi Termal Dinding Bangunan dengan Vertikal Garden. Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSIQ*, 1(1), 1-14.
- Widiastuti, R., Prianto, E., & Setia Budi, W. (2016). *Performance Evaluation of Vertical Gardens*. International Journal Arch. Eng. Const, 5, 13-20.
- Widiastuti, R., Prianto, E., & Setia Budi, W. (2018). *Investigation on the thermal performance of green facade in tropical climate based on the modelling experiment*. International Journal Archit. Eng. Constr, 7, 26-33.
- Widiastuti, R., Zaini, J., & Caesarendra, W. (2020). *Data on records of temperature and relative humidity in a building model with green facade systems*. Data in Brief, 28.

- Widiastuti, R., Zaini, J., & Caesarendra, W. (2020). *Field measurement on the model of green facade systems and its effect to building indoor thermal comfort*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 166.
- Widiastuti, R., Zaini, J., Wibowo, M., & Caesarendra, W. (2020). Indoor thermal performance analysis of vegetated wall based on CFD simulation. CFD Letters, 12(5), 82-90.

Buku

- Asquith, L., & Vellinga, M. (2006). *Vernacular Architecture in the Twenty-Fist Century - Teori, education and practice*. London & New York: Taylor & Francis.
- GBCI. (Oktober 2020). <http://www.gbci.org/org-nav/about-gbci/about-gbci.aspx>, International-About Leed and GBCI.
- Halse, A. O. (1978), *The Use Of Color In Interiors*, Second edition. New York, Mc Graw Hill Book Company.
- Karsono, Tri Harso. (2010). *Green Architecture-Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*, Jakarta : Rajawali Press.
- Lippsmeier, Georg. (1994). *Bangunan Tropis*. Jakarta : Erlangga.

Peraturan/Undang- Undang

- Jakarta, P. (2020, oktober 20). *Jakarta Green Building*. Diambil kembali dari Panduan: <https://greenbuilding.jakarta.go.id/>
- LEED. (Oktober 2020). <http://www.gbci.org/main-nav/building-certification/leed-certification.aspx>

Naskah Prosiding

- Apriyanti, D., & Prianto, E. (2018). *Analisa Ekonomi Potensi Penghematan Energi melalui penerapan Green Roof NALISA EKONOMI POTENSI PENGHEMATAN ENERGI MELALUI PENERAPAN GREEN ROOF SNST Fakultas Teknik, 1(1)*.