

PROFIL PENUTUP ATAP GENTENG BETON DALAM EFFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SKALA RUMAH TINGGAL

Eddy Prianto dan Agung Dwiyanto

Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto SH Tembalang Semarang 50131

ABSTRAK

Hingga bulan oktober 2012, Isyu kenaikan harga BBM kini menjadi ajang mencari simpati masyarakat luas oleh kalangan politik, karena mereka mengetahui bahwa kuota terbesar dari pemakaian listrik di Indonesia ada pada masyarakat kalangan menengah kebawah (wong cilik), terutama pada sektor rumah tinggal. Satu sisi, fenomena pendekatan Arsitektur Green kini juga sedang jadi 'trend' diberbagai kalangan, letlebih pada dunia Perancangan Arsitektur. Karena salah satu aspek Effisiensi energy berada pada satu diantara 6 (enam) parameter ranking Green Building, baik pada standart Green versi LEED-Internasional ataupun GBCI (Green Building Council Indonesia)

Dua beban panas dalam suatu bangunan yang mempengaruhi kenyamanan penghuni, yaitu beban internal (aktivitas penghuni) dan beban eksternal (salah satunya peran kulit bangunan). Mencapai 40% konsumsi listrik rumah tinggal dalam mengatasi suhu panas ruangan disebabkan perangaruh keberadaan aspek kulit bangunan ini. Kulit bangunan berupa atap rumah tinggal berperan secara fungsional dalam memberikan perlindungan terhadap iklim (pancaran sinar matahari dan hujan), disamping perannanya secara estetis yang juga dibutuhkan oleh masyarakat kita.

Dari beberapa ragam material atap (genteng tanah, genteng beton, polycarbonate, seng dan asbes) yang diuji cobakan pada RUMAH MODEL, ternyata posisi bahan atap ini menunjukkan adanya profil penurunan suhu dalam ruangan secara signifikan. Untuk daerah panas, seperti kota Semarang, pemakaian bahan penutup atap berupa Genteng Beton dapat menekan konsumsi energy hingga 17% dibanding material lain.

Kata kunci : Bahan Penutup Atap, Effisiensi Listrik, Rumah Tinggal, Model, Green Design

PENDAHULUAN

Isyu Zero Konsumsi Energi sudah mendunia, hal ini merupakan salah satu respond terhadap efek Global Warming. Berbagai pendekatan dan langkah menyelamatkan dunia dengan berlaku ramah dengan label 'GREEN' dieksploitasi dalam segala aspek kehidupan. Baik berwujud perilaku hingga produk kehidupan (Gallo, et all, 1998) (Bauer, et all, 2007).

(www. GBCI, 2012). Dalam dunia Arsitektur, Konsep Bangunan Ramah Lingkungan sudah lama eksis, hanya kini permasalahannya lebih kompleks dan komprehensif ditambah munculnya krisis energi. Konsumsi energi listrik terbesar di Indonesia ada pada skala rumah tinggal dan kegiatan Industri. Produk karya arsitektur yang 'dekat' dengan masyarakat, tentunya disain rumah tinggalnya. Sehingga ujud reel efisiensi hemat energi skala Nasional bisa terwujud secara komulatif bilamana sektor disain rumah tinggal digarap dengan serius. Konsumsi energi listrik dalam rumah tinggal di daerah tropis mencapai 40% beban total dan hal itu dibutuhkan untuk mendinginkan ruangan dari akumulasi panas udara dalam ruangan (Prianto,

2012). (www. ESDM, 2012). Dimana 80% beban panas dalam rumah tinggal dipengaruhi disain envelopnya (disain dinding,dan atap rumah tinggal), disamping sumber-sumber panas lainnya (Prianto, 2005).

Harga jual energy listrik pada sector rumah tangga (bangunan) hingga bulan oktober 2012 ini kian hari makin menjadi 'mainan' pihak tertentu dalam mencari simpati masyarakat pada ajang pemilihan Pemerintah Daerah ataupun Pusat (ajang Politik), terlepas dari memang sumber energy di negara kita sudah masuk kategori krisis/terbatas. kepurukan karena harga makin tak terjangkau (www. ESDM, 2012). Para arsitek dan peneliti bidang arsitektur menjadi orang pertama berdosa bilamana rancangannya ternyata boros energy. Ternyata pilihan disain yang dengan menggunakan material bangunan yang 'tepat' dapat memberi dampak pada tingkat konsumsi energy listrik. Dan sejauh ini, kami di Jurusan Arsitektur mencoba mengeksplorasi dan mengembangkan penelitian terkait kulit bangunan ini (Prianto, 2010). Serial penelitian dengan penekanan efisiensi energy listrik dari sector bangunan Arsitektur merupakan

ROADMAP PENELITIAN RUMAH HEMAT ENERGI.



Gambar 01

*Ragam pilihan bahan penutup atap
(dokumentasi peneliti)*

Atap bangunan mempunyai peran yang sangat penting baik secara fungsional maupun secara estetis. Secara fungsional atap merupakan bagian yang paling besar perannya dalam memberikan perlindungan terhadap iklim karena merupakan bagian bangunan yang paling banyak terpapar panas dan hujan (Soegijanto, 1998) (Satwiko, 2005). Sedangkan secara estetis, atap merupakan elemen yang sangat menentukan ciri atau karakter suatu bangunan. Misalnya bentuk rumah gadang dan joglo, paling mudah dikenali dari bentuk atapnya (Ranti, 1997). Peran bahan material atap menjadi tema dalam penelitian kali ini.

Kegiatan utama dalam penelitian berjudul EFFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK MELALUI RAGAM BAHAN PENUTUP ATAP RUMAH TINGGAL memiliki arti sejauh mana peran dari berbagai ragam material atap seperti genteng tanah liat, genteng beton, asbes hingga pada polycarbonat terhadap tingkat konsumsi energi listrik dalam rumah tinggal - dimana semakin rendah transfer panas luar yang masuk dalam bangunan, maka semakin kecil tingkat konsumsi energi listrik yang digunakan untuk mendinginkan ruangan tersebut (Prianto, 2010),(Satwiko, 2005). Dan pada paper ini kami coba membahas secara detail dari PROFIL PENUTUP ATAP GENTENG BETON DALAM EFFISIENSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA SKALA RUMAH TINGGAL.

TUJUAN PENELITIAN

Pelaksanaan keseluruhan dari penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan terhadap suatu model di lapangan ("In situ"), karena faktor pancaran sinar matahari diperlukan sepanjang hari, maka kondisi pengukurannya

sangat tergantung pada cuaca cerah sepanjang hari. Penelitian telah dilaksanakan di bulan Mei-Juli tahun ini, walau kita mengetahui dari data BMG bahwa musim panas tahun 2012 sedikit ekstrim dan lama dan hujan di kota Semarang telah mulai diawal bulan Oktober 2012 (www. BMG, 212).

Pada aspek kepengaruhannya berbagai bahan bangunan atap tujuan khusus dari penelitian tahun 2012 ini :

- Pertama, mengkaji pemahaman Green Architecture terutama tingkat efisiensi energi yang disebabkan oleh keberadaan material kulit bangunan.
- Kedua, menganalisa ragam material bahan penutup atap rumah tinggal yang berkembang di masyarakat, baik pada kawasan panas (kota Semarang Bawah) dan kawasan dingin/sejuk (kota Semarang Atas hingga Ungaran), untuk mengetahui apakah pilihan lokasi ini juga menentukan jenis pilihan material penutup atap ? dan juga untuk mengetahui material penutup atap yang mana yang menjadi pilihan terbanyak/digemari/familier oleh masyarakat.
- Ketiga, dari hasil penganalisaan profil beban panas yang terjadi, maka efisiensi konsumsi listrik dalam suatu ruangan dapat diketahui.
- Khusus dalam pelaporan ini, kami batasi pada peran bahan Genteng Beton terhadap efisiensi konsumsi listrik.

STUDI PUSTAKA

MENGENAL BAHAN PENUTUP ATAP

Atap adalah salah satu bagian rumah yang paling terlihat dari luar dan sangat menentukan penampilan rumah. Selain itu, atap berperan melindungi isi rumah dari panas, dingin, hujan, angin, dan pengaruh cuaca lainnya. Ada banyak pilihan bahan untuk atap rumah. Produk-produk baru selalu bermunculan untuk menggantikan yang lama dengan material yang lebih unggul dan memenuhi tuntutan teknik dan estetika bangunan baru. Setiap jenis material penutup atap punya kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Beberapa jenis material atap yaitu sebagai berikut.

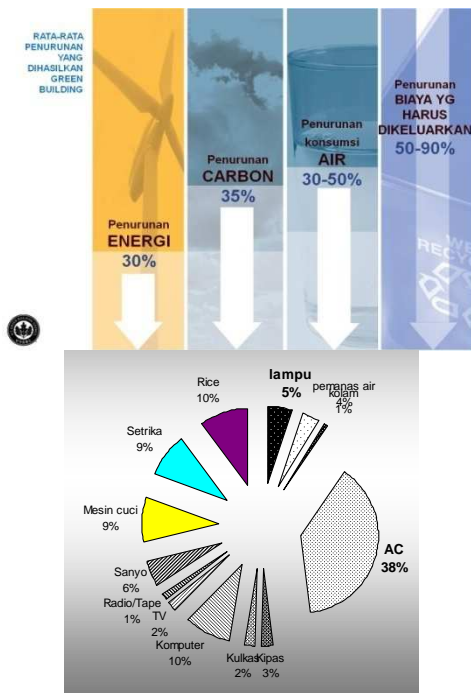
1. **Atap genteng tanah liat tradisional,** Material ini terbuat dari tanah liat yang

- dicetak dan dibakar. Kekuatannya cukup baik. Genteng dipasang pada atap miring dengan kemiringan lebih dari 15°. Ada jenis genteng yang menerapkan sistem pemasangan inter-locking atau saling mengunci dan mengikat.
2. **Atap genteng keramik**, Genteng type ini telah mengalami proses finishing, yaitu permukaannya sudah diglasur. Lapisan ini dapat diberi warna yang beragam untuk melindungi genteng dari lumut. Ketahanannya sekitar 20–50 tahun..
 3. **Atap genteng beton**, Bentuk dan ukurannya hampir sama dengan genteng tanah tradisional, hanya saja bahan dasarnya adalah campuran semen PC dan pasir kasar. Sebenarnya atap ini bisa bertahan lama hingga 30 sampai 40 tahun
 4. **Atap Sirap**, Penutup atap yang terbuat dari kepingan tipis kayu ulin (*eusideroxylon zwageri*) ini ketahanannya tergantung keadaan lingkungan. Penutup atap jenis ini bisa bertahan hingga 25 tahun atau lebih
 5. **Rumbia**, Jenis penutup atap yang terbuat dari bahan daun yang ditata menjadi sebuah atap rumah, atap rumbia mempunyai berat konstruksi yang ringan.
 6. **Atap Ijuk**, Ijuk merupakan serat alam yang istimewa, berupa serabut berwarna hitam dan liat, yang terdapat pada bagian pangkal dan pelepah pohon daun aren. Sudut kemiringan untuk pemakaian atap ijuk ini 40°.
 7. **Asbes**, Asbes memiliki karakteristik seperti seng yaitu murah, ringan dan tahan lama. Tidak seperti seng, asbes tidak menyerap panas sehingga membuat rumah lebih sejuk.
 8. **Seng (Metal Bergelombang)**, Atap ini terbuat dari lembaran baja tipis yang diberi lapisan seng secara elektrolisis yang tujuannya untuk membuatnya jadi tahan karat. Jadi, kata 'seng' berasal dari bahan pelapisnya. Jenis ini akan bertahan selama lapisan seng ini belum hilang.
 9. **Atap genteng metal**, Atap ini berbentuk material lembaran, mirip seng. Pemasangannya tidak jauh berbeda dengan genteng tanah liat, hanya dilengkapi dengan sekrup.
 10. **Aluminium**, bahan jenis logam ringan ini memiliki kemudahan serta fleksibilitas karena dapat dibuka dan ditutup dengan mudah. Hanya, harganya relatif tinggi dibandingkan penutup lainnya..
 11. **Atap polikarbonat**, Atap ini berbentuk lembaran besar yang dapat dipasang tanpa sambungan. Atap polikarbonat dapat dipasang dengan mudah dan cepat, namun harganya memang lebih mahal dari atap lainnya.
 12. **PVC (Polyvinyl Chloride)**, Banyak digunakan dan posisinya antara fiberglass dan polycarbonate, yaitu lebih tahan lama dibanding fiberglass, tetapi lebih murah dari polycarbonate
 13. **Genteng aspal**, Material genteng yang satu ini bersifat transparan, terbuat dari campuran lembaran bitumen (turunan aspal) dan bahan kimia lain.
 14. **Atap dak beton**, Atap ini biasanya merupakan atap datar yang terbuat dari kombinasi besi dan beton. Karena konstruksinya kuat, atap ini dapat digunakan sebagai tempat beraktivitas, misalnya untuk menjemur pakaian dan bercocok tanam dengan pot.
- Beberapa penelitian actual terkait material penutup atap yang di-coatings pun dapat membantu dalam melindungi atap dari sinar ultraviolet dan penurunan panas dari sinar inframerah, dimana penghematan energinya berkisar 20%-50% (Poonia et al, 2011). Ketiga, pemilihan penutup atap yang mulus dan miring lebih baik dibandingkan atap kasar dan datar (Farreny, et al 2011).

GREEN DESIGN & EFFESIENSI ENERGI

Dunia ramai membicarakan perubahan iklim dan penghematan energi deka belakangan ini, dan sebenarnya dunia arsitektur Indonesia maupun belahan dunia lainnya sudah lama memikirkan hal tersebut jauh sebelumnya (Bauer, 2007). Karakteristik Negara tropis, dengan melimpahnya pancaran sinar matahari, sebenarnya merupakan potensi penghematan energi listrik dan pemanfaatan sirkulasi udara di dalam ruang juga menjadi salah satu hal penting dalam bahasan arsitektur tropis. Sehingga pada tahun 1980-an para Arsitek Indonesia bergelut dengan topik "Arsitektur Tropis" yang bertujuan memanfaatkan

sebesar mungkin keuntungan geografis Indonesia di daerah tropis guna mengurangi pemakaian energi di dalam bangunan (Karyono, 2010).



Gambar 02

(Kiri) Manfaat dari bangunan yang menerapkan konsep GREEN BUILDING versi LEED (www, LEED, 2012), (Kanan), Profil Prosentase Konsumsi Listrik dalam Rumah Tinggal (Prianto,2007)

Green Architecture dengan dasar 6 faktor (versi LEED, 2011 ataupun GREENSHIP, 2012). salah satunya adalah Parameter Effisiensi Energi. Dipertegas lagi bahwa salah satu pendekatan Perencanaan Arsitektur dalam menciptakan efisiensi energi di daerah tropis adalah peran dari Disain pelapis bangunan (jenis glazing, shading disain, material dinding dan ratio bukaan terhadap dinding), termasuk didalamnya elemt atap. Keenam aspek tersebut adalah 1). Aspek orientasi bangunan, 2). Disain element pelapis 3). Penerangan, 4). Beban peralatan dan 5). Sistem ventilasi dan 6). Pendinginan atau dapat dikatakan bahwa dalam menciptakan kenyamanan thermal dalam objek rumah satu lantai pada kondisi iklim tropis lembab dapat dipengaruhi oleh pengaruh orientasi atap, bahan atap dan pengaruh warna (Olgay, 1973) (Birren,1988), (Jayasinghe et al 2003),

Bobot parameter Effisiensi Energy dan Bahan Bangunannya, baik pada standart Green Building versi LEED dan GREENSHIP, menunjukan bahwa peran kedua parameter ini sangat signifikan dalam menciptakan Green Building.

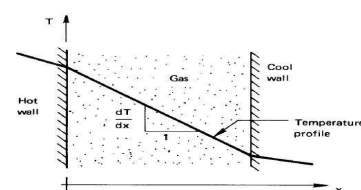
Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa beban panas karena kulit bangunan (skin load dominated) pengaruhi 80% suhu interior rumah tinggal. Pengaruh iklim luar tersebut tertransmisi ke dalam bangunan rumah tinggal melalui kulit bangunan sehingga menyebabkan beban pendinginan semakin besar. Sebesar 40-50% energi listrik dalam rumah tinggal dibutuhkan untuk proses pendinginan (Air Conditioner) (Prianto,2007), prosentase ini akan semakin meningkat bila kita tidak melakukan strategi konfigurasi disain kulit bangunan termasuk pada aspek bahan bangunan atap. .

PERSAMAAN PERPINDAHAN PANAS

Pengertian perpindahan panas (Heat Transfer) adalah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material. Energi yang pindah tersebut dinamakan kalor/panas. Terdapat 3 (tiga) perpindahan panas dalam suatu material (Kreith, 1991), (Hinrich et al, 2005):

a. Perpindahan panas konduksi

Perpindahan panas konduksi adalah mekanisme perpindahan panas yang terjadi dengan suatu aliran atau rambatan proses dari suatu benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang bertemperatur lebih rendah atau dari suatu benda ke benda lain dengan kontak langsung dengan kata lain proses perpindahan panas secara molekuler dengan perantara molekul-molekul yang bergerak. Perpindahan panas konduksi dapat berlangsung pada zat padat, cair dan gas.



Gambar 03 Skema perpindahan panas pada bidang dinding

Pada umumnya di dalam suatu industry panas dihantarkan dari suatu tempat ke tempat lain pada kondisi : 1) Perbedaan suhu (T), 2) Jarak lintasan aliran panas (x) dan 3) Luas penampang perpindahan panas (A) Energi panas berpindah secara konduksi (*conduction*) atau hantaran dan bahwa laju perpindahan kalor itu berbanding dengan gradien suhu normal :

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : q = kecepatan aliran panas (BTU/jam), A = luas penampang perpindahan panas (ft²), ΔT = beda temperature (°F), x = jarak lintas aliran panas (ft), k = konduktivitas thermal (BTU/Jam)

b. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi ialah mekanisme perpindahan panas yang terjadi dari satu benda ke benda yang lain dengan perantara benda itu sendiri.

$$Q = h \times A \times \Delta T \dots\dots\dots(2)$$

Dimana: h = koefisien perpindahan panas (BTU/jam ft² °C), A = luas penampang perpindahan panas (ft²), ΔT = beda temperature (°F), h = diperoleh dari daftar 1-2 nilai kira-kira koefisien perpindahan-kalor konveksi

c. Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas dari suatu benda ke benda lain dengan bantuan gelombang elektromagnetik, di mana tenaga ini akan diubah menjadi panas jika tenaganya diserap oleh benda yang lain. Untuk menghitung besarnya panas yang dipancarkan dapat digunakan rumus :

$$Q = e A \sigma T^4 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : Q =panas yang dipancarkan (BTU/jam), e = emisivitas (0 s.d. 1) diambil dari

table emissivity, A = luas perpindahan panas (ft²), σ = konstanta proporsional (BTU/jam ft² °C).

METODOLOGI PENELITIAN

Terdapat 3 macam metoda penelirtian dalam Building Science (Prianto 2002). Dalam hal ini ada 2 (dua) langkah yang dilakukan dalam penelitian ini : SURVAY LAPANGAN dalam mencari ‘trend’ pemakaian material atap rumah tinggal dan EXPERIMENTAL IN-SITU terhadap model dalam usaha untuk mengeksplorasi ragam material penutup atap pada suatu RUMAH MODEL.

PENENTUAN SAMPLE BAHAN PENUTUP ATAP

- Hasil survey lapangan sample rumah sebanyak : 2 lokasi X 2 type rumah x 5 lingkungan x 10 responden = 200 rumah, akan membantu penentuan pilihan bahan material yang ada di masyarakat.

PELAKSANAAN TEKNIS PENELITIAN

- Prinsip metoda pengukuran yang akan dilakukan di lapangan adalah mengkaji efek panas dari ragam bahan bangunan penutup atap, khususnya pada material genteng Beton..
- Pengamatan dilakukan terhadap “model rumah” berskala 1: 1, dalam arti dimensi dan bahan pembentuk rumah menggunakan bahan material reel (batu bata dan bahan penutup atap dam ukuran sebenarnya).
- Model ditempatkan di halaman Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Undip, yang telah di posisikan ketinggiannya dan lokasinya sehingga akan terkena sinar matahari langsung dari pagi hingga sore (model dapat diputar 360°).



a



b



c

d

Gambar 04

Ragam bahan bangunan penutup atap yang dijadikan sample penelitian secara keseluruhan : a). Seng, b). Asbes, c) Polycarbonat, d) Genteng tanah, e) genteng beton



Infrared thermometer



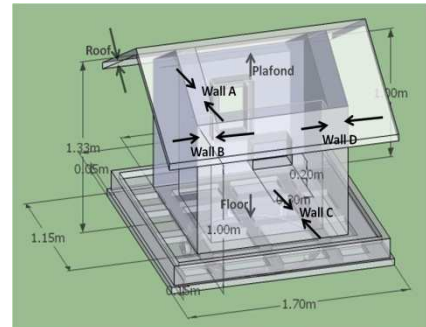
Light meter

Gambar 05

Beberapa alat ukur yang digunakan dalam penelitian tahun 2012

- Pilihan material penutup atap dan disain envelope didapatkan dari hasil studi typomorphologi dan survay lapangan (cek tahapan pertama).
- Penelitian terhadap rambatan panas dari ragam material terhadap efek suhu dalam ruangan menjadikan bahan kajian selanjutnya. Karena mengandalkan kondisi cuaca yang panas langsung dari lapangan, maka penelitian pokok ini telah dilakukan di musim panas di bulan Mei-Juni tahun 2012.

- Penelitian kali ini, dilakukan baik siang hari (ada sinar matahari) dan malam hari (setelah matahari terbenam hingga pagi hari berikutnya) selama 24 jam dengan rentang 1 jam.
- Pengukur suhu permukaan dinding luar dan dalam dengan menggunakan INFRA RED. Dan TERMOMETER digunakan untuk mengukur temperature udara LUAR dan DALAM ruangan.



Gambar 06

(Kiri) Gambar isometre 'model', (Kanan) Rumah Model diatas meja putar,



Pengukuran siang hari



Pengukuran Malam hari

Gambar 07

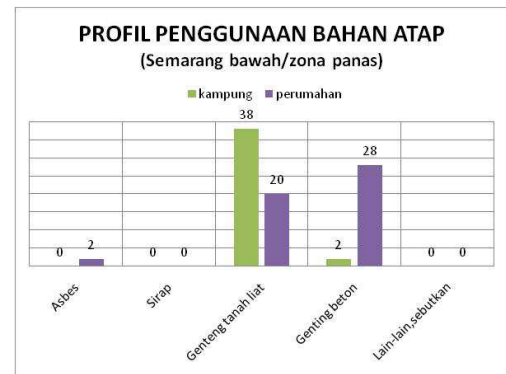
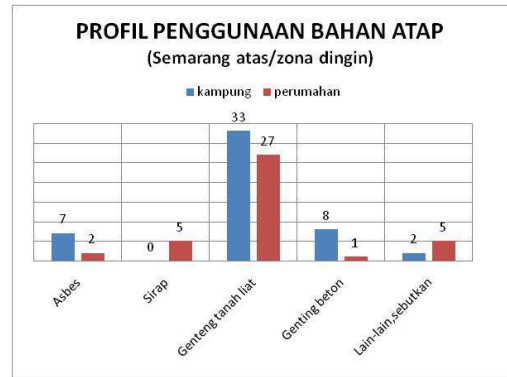
Suasana pengukuran siang hari dan malam hari (24 jam)

- Kondisi dinding diposisikan sebagai PARAMETER TETAP sedangkan PARAMETER DINAMISnya adalah Jenis material Penutup Atapnya (Genteng tanah Liat, Genteng beton, Seng, Asbes dan Policarbonat).
- Profil panas udara interior rata-rata sepanjang hari akan diamati dari akibat pemakaian material atap yang berbeda .
- Titik-titik ukur ditentukan pada setiap bidang, baik pada sisi ekterior ataupun interior (dinding orientasi Timur, barat, Utara, Selatan, Atap, serta Lantai dan plafond), sehingga ditentukan 16 titik ukur. Tujuan dari pengukuran adalah mendapatkan data tentang profil panas seluruh permukaan envelope bangunan dan yang terpenting berapa suhu akhir rata-rata ruangan/interior model tersebut sebagai 'dampak' dari pemakaian ragam penutup atap ini.

HASIL PENELITIAN

GENTENG BETON : DOMINASI BAHAN ATAP RUMAH TINGGAL DI MASYARAKAT

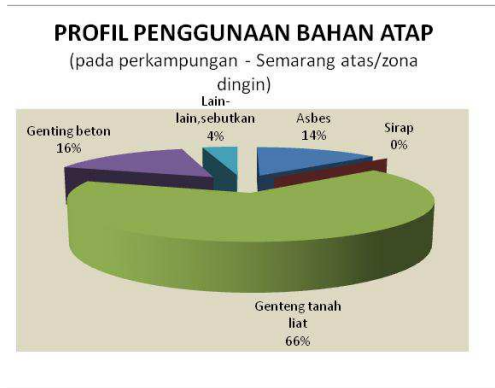
Dari hasil data survey, dominasi pemakaian bahan atap untuk zona dingin adalah penggunaan GENTENG TANAH LIAT dan GENTENG BETON. Pemakaian asbes, polycarbonate, seng hingga sirap hanya didata beberapa buah. Bukankah material ini banyak ditemukan juga dalam toko-toko bahan bangunan.



Gambar 08 :

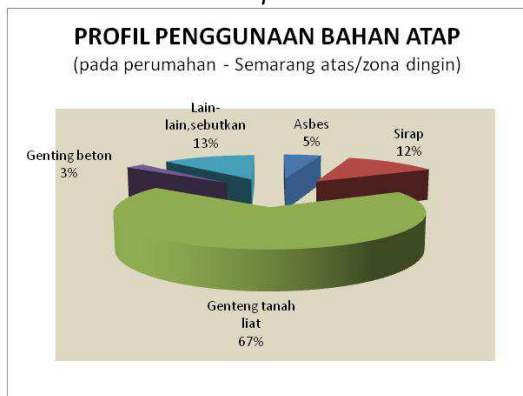
Rekapitulasi komposisi penggunaan bahan penutup atap yang banyak ditemukan dari 200 responden di lapangan (Genteng tanah, genteng beton, asbes dan sirap), pada dua lokasi berbeda (semarang atas/ungaran dan sekitarnya) dan semarang bawah/kota semarang.

Pada rumah di zona dingin (grafik batang sebelah kiri), secara runtut dominasi pemakaian bahan penutup atap di lingkungan perkampungan adalah genteng tanah, genteng beton dan asbes. Sedangkan dilingkungan perumahan adalah genteng tanah, sirap dan asbes. Hal ini menunjukan minat masyarakat di zona dingin banyak memakai genteng tanah liat disusul porsi yang sama pada asbes, beton dan sirap (Lihat juga gambar 09).



Gambar 09

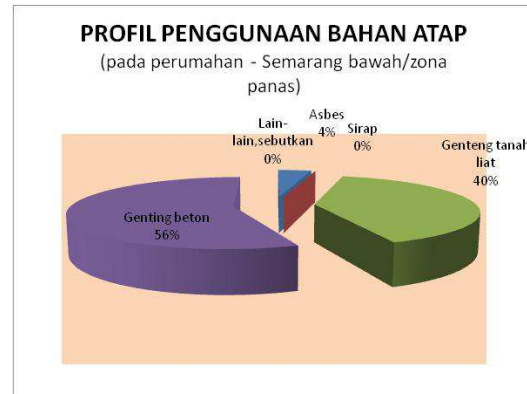
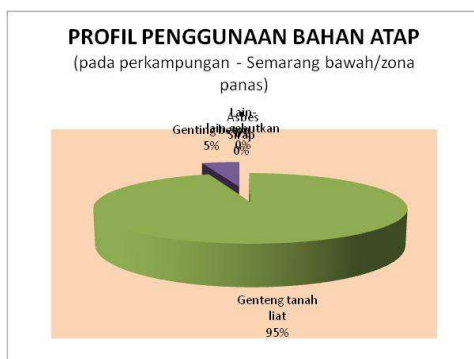
Komposisi penggunaan bahan penutup pada respon



Gambar 09

Komposisi penggunaan bahan penutup pada responden di zona dingin didominasi pemakan genteng tanah liat. (kiri) Profil bahan atap rumah pada lingkungan perkampungan. (kanan), profil bahan atap pada lingkungan perumahan.

Pada rumah di zona panas (grafik batang sebelah kanan-gambar 08), secara runtut dominasi pemakaian bahan atap di lingkungan perkampungan banyak sekali genteng tanah (95%) dan porsi yang sangat kecil adalah beton. Sebaliknya pada lingkungan perumahan proposisi pemakaian genteng beton dan genteng tamnah liat sangatlah seimbang, sekitar 40-50%



Gambar 10

Komposisi penggunaan bahan penutup pada responden di zona panas. (Kiri) Profil bahan atap rumah pada lingkungan perkampungan mutlak didominasi pemakaian genteng tanah liat. (Kanan), profil bahan atap pada lingkungan perumahan komposisi seimbang antara genteng tanah liat dan genteng beton

Dari kedua kondisi ini, perbedaan menyolok adanya pemakaian bahan atap ada pada lingkungan perumahan di daerah semarang bawah yang mendominasi bahan genteng beton. Sebatas trend, efisiensi bahan, kemudahan pengadaan bahan secara masal, masalah ekonomis ataukah alasan lain secara detail, yaitu kaitannya dengan resapan panas ? Sangat menarik ditindaklanjuti.

GENTENG BETON : BAHAN ATAP HEMAT ENERGI

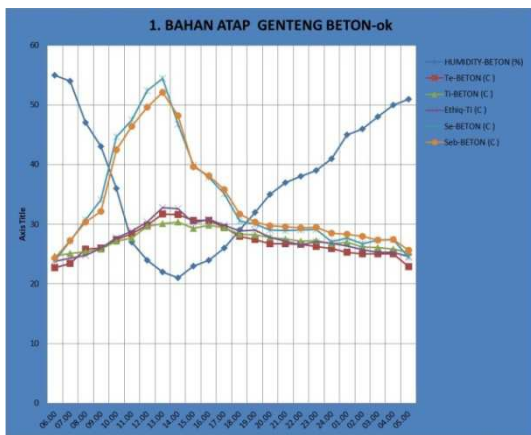
KARAKTER BAHAN GENTENG BETON

Untuk mengetahui lebih detail profil panas dari Genteng Beton, kami tetap menganalisa dengan memperbandingkan ke 5 (lima) bahan penutup atap yang lain (Genteng tanah liat, Asbes, Polycarbonat dan Seng)

A. Profil suhu permukaan bahan dan ambience ruang dalam

Melihat profil panas dari material penutup atap genteng beton ini (lihat Gambar 11), mencapai panas puncak pada pk 12.00-13.00 (52,4 °C– 54,4°C) sesuai dengan karakter intensitas panas sinar matahari pada daerah

tropis, dan tempetarur terendah dicapai pada pk 04.00 – 05.00 dini hari sekitar 23,4 °C. Karakter panas permukaan bagian luar/eksterior bahan genteng beton ini yang menarik :



Gambar 11

(Atas) Visualisasi Rumah Model beratap GENTENG BETON, (Bawah) Profil panas suhu permukaan ekterior dan interior model yang terjadi karena penggunaan material atap berupa GENTENG BETON

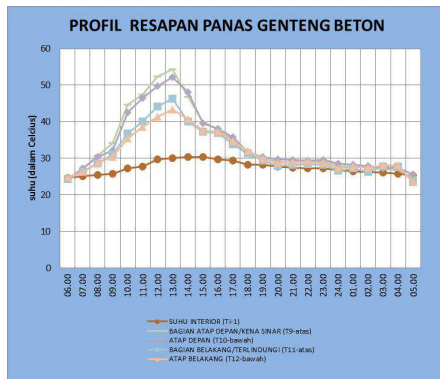
- Pada waktu rentang pagi hari (06.00-12.00), permukaan bahan yang terkena sinar suhunya lebih tinggi dibanding permukaan bagian dalam/yang tidak terkena sinar, dengan perbedaan sebesar 1-2°C lebih panas bagian luar.
- Tapi kondisi ini akan berbalik saat matahari siang-sore (pk12.00-18.00), dimana suhu bagian dalam relative lebih panas dibanding dengan suhu permukaan bagian luar, walau panas tidak melebihi 1°C. atau

boleh dikatakan suhu bagian luar dan dalam permukaan genteng beton pada kondisi siang relative sama.

- Mencapai sebesar 10°C perbedaan rata-rata suhu permukaan genteng beton ini antara waktu siang hari (38,8°C) dan malam hari (28°C).

Pada Gambar 12 dibawah menunjukkan posisi perbedaan profil dari material atap genteng beton yang terkena sinar matahari langsung dan yang terlindungi. Dimana terdapat selisih 3,6°C tentu lebih panas yang terkena sinar. (terkena sinar rata-rata suhu permukaan 38,8°C dan terlindungi 35,2°C). Sedangkan untuk kondisi malam relative tipis/kecil tingkat perbedaannya, yaitu hanya sekitar 0,6°C. Bagaimana dengan profil material atap berbahan lainnya ? dapat kita simak pada gambar dibawah.

Sedangkan pada grafik dan tabel dibawah ini, menunjukkan profil dari rata-rata suhu udara interior dari akibat ruangan model menggunakan genteng berbahan beton dan suhu dari ruangan antara atap dan plafond (ruangan attiq). Dengan rata-rata kelembaban harian 37%, atau 33% pada siang hari dan 44% pada malam hari, suhu rata-rata ruangan interior pada siang hari mencappai 28°C dan malam hari turun sekitar 2°C (26,8°C). Artinya ruangan akan lebih dingin pada malam hari dari pada siang hari. Tapi ini tidak terjadi pada ruangan attiq, terhadap suhu rata-ratanya. Dimana justru lebih panas dari pada suhu rata-rata ekterior/ruang luarnya.



rata-rata suhu permukaan bahan (°C)
(atap terkena sinar langsung)

| | POSISI PERMUKAAN | |
|---------------------|------------------|-------|
| | ATAS | BAWAH |
| sehari | 33.9 | 33.8 |
| siang (06.00-18.00) | 38.8 | 38.3 |
| malam (19.00-05.00) | 28.0 | 28.5 |

rata-rata suhu permukaan bahan (°C)
(atap TIDAK terkena sinar)

| | POSISI PERMUKAAN | |
|---------------------|------------------|-------|
| | ATAS | BAWAH |
| sehari | 31.6 | 31.6 |
| siang (06.00-18.00) | 35.2 | 34.7 |
| malam (19.00-05.00) | 27.4 | 28.0 |

Gambar 12

iri)) Grafik profil suhu permukaan genteng beton yang terkena sinar langsung dan yang tidak terkena sinar/terlindungi. (Kanan) Tabel suhu rata-rata permukaan bahan yang terkena sinar dan yang terlindungi.

TERAPAN PEMAKAIAN ATAP BETON DALAM DISAIN ARSITEKTUR

Penerapan atap genteng beton untuk bangunan yang selalu terkena sinar matahari langsung (terhindar dari pembayangan pohon atau bangunan lainnya), akan memiliki dampak suhu permukaan bahan lebih panas sekitar 2°C dibanding bidang atap terlindungi. Artinya orientasi atau penempatan dan pilihan material atap signifikan terhadap panas yang ditimbulkan pada bidang permukaan dan dampak terhadap ruang dalamnya. Solusi terhadap bangunan/rumah yang ‘terpaksa’ terkena sinar matahari, maka pilihan genteng beton ini, dampak panasnya dapat diminimalisir dengan pemberian element pelapis berupa pengecatan/lapisan akrilik.

Ruangan bawah atap ternyata memiliki kondisi udara lebih panas dari pada udara luar, solusi terhadap ruanagan ini bilama hendak digunakan sebagai ruangan hunian, maka isolasi bidang atap perlu dilakukan. Dan pemakaian alat pendinginan pada ruangan attiq sangatkan tidak diajurkan, akrena akan menyebabkan pemborosan energy listrik.

APAKAH BETON MENGEEFESIENIKAN KONSUMSI LISTRIK ?

Pada tahapan ini, kami akan analisisan beban panas udara interior dan tuntutan kenyamanan terkait pemakaian energi listrik untuk menjadalkan AC (analisa komparasi terhadap standart kenyamanan ideal pendinginan ruangan suhu 25°C)

A. Beban panas yang harus dihilangkan

Menyimak tabel rekapitulasi hasil akhir suhu interior ruangan model, menunjukan bahwa beban panas yang harus dihilangkan untuk mendapatkan suhu ruangan yang nyaman (standard tuntutan ideal pada suhu 25°C) dilakukan dengan cara mengurangi posisi suhu akhir tersebut dengan suhu batas minimal ruangan ber-AC. Pada kondisi sehari, pemakaian atap bergenteng beton masih harus dilakukan penurunan suhu sebesar 2,4°C dan tertinggi penurunan ada pada pemakaian atap seng (3,5°C). Mengacu pada referensi sebelumnya (Prianto, 2009), kenaikan 2 °C akan menambah beban listrik 30watt/jam. Makin rendah beban suhu ruangan yang harus di topang energi listrik, maka pemakaian energi AC akan semakin rendah.

B. Perhitungan efisiensi energi listrik :

Tingkat efisiensi konsumsi energi listrik, diukur dengan memperbandingkan kebutuhan energy listrik untuk menurunkan suhu ruangan dari standart ideal ruangan. Dimana setiap kenaikan 2°C dari suhu yang di sarankan (25°C), maka akan terjadi pemborosan listrik 30Watt.

$$= 30 \text{ watt/jam} \times 10 \text{ jam/hari pemakaian} \times 30 \text{ hari} = 9000 \text{ watt/bulan atau sebesar 9 Kwh/bulan,}$$

= senilai 9 x Rp 1100 = Rp. 9900,-, dimana biaya listrik PLN diasumsikan Rp. 1.100/KWh

Bilamana pemakaian AC diposisikan konstan, maka pengeluaran tetap untuk type AC ½ Pk 185 W (produk AC-terbaru tahun 2012) adalah

= 185 watt/jam x 10 jam/hari pemakaian x 30 hari = 55.500 watt/bulan atau 55,5 Kwh/bulan,

= dengan biaya pemakaian listrik sebesar Rp.61.500,-.

Kebutuhan penambahan biaya listrik dari kelima model bahan atas tertera pada tabel dibawah ini.

| waktu pemakaian | bahan | penurunan | watt | AC 1/2pk 185watt | kelebihan watt | tingkat pemborosan |
|-----------------|--------------|-----------|------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| | | 2 | 30 | 55.000 | 9000 | 16,50% |
| malam hari | gtg beton | 1,8 | 27 | 55.000 | 8100 | 15% |
| | seng | 3,1 | 46,5 | 55.000 | 13950 | 25% |
| siang hari | polycarbonat | 2,9 | 43,5 | 55.000 | 13050 | 24% |
| | seng | 3,9 | 58,5 | 55.000 | 17550 | 32% |
| sehari | gtg beton | 2,4 | 36 | 55.000 | 10800 | 19% |
| | seng | 3,5 | 52,5 | 55.000 | 15750 | 28% |

Gambar 13

Tabel penambahan biaya listrik karena pilihan material atap

Dari tabel tersebut, ternyata pemakaian tingkat yang paling rendah/effisien pemakaian beban listrik ada pada GENTENG BETON, yaitu bisa menekan 17% efisiensi energi dibanding material lain.

KESIMPULAN

Profil penggunaan bahan atap gGenteng Beton untuk kota Semarang bagian atas (zona dingin) banyak ditemukan (56%) pada lingkungan perumahan dibanding dengan lingkungan rumah dalam perkampungan. Hal ini menunjukkan bahwa pengadaan rumah pada lingkungan perumahan apakah mencari sisi praktis ketersediaan produk fabrikasi mudah ditemukan dan diproduksi secara cepat secara massal di pasaran ?

Material penutup atap GENTENG BETON direkomendasikan dipakai sebagai bahan atap untuk daerah yang panas dibanding yang dingin.

Pengolahan konfigurasi envelope (pilihan bahan penutup atap) menunjukkan hasil yang sangat signifikan dalam mengurangi panas udara ekterior yang masuk ke dalam ruangan rumah model. Material Genteng Beton

dibanding material atap lainnya (Polycarbonat, genteng tanah, asbes, dan seng) memberi kontribusi penurunan suhu ruangan maksimal terjadi pada kondisi rata-rata ukur sehari (3,9°C) dan kondisi ukur rata-rata malam hari (3,3°C). Artinya bila selisih semakin besar penurunannya, maka hal ini diartikan kemampuan bahan tersebut mampu membuat ruangan lebih dingin.

Tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pemakaian genteng beton terhadap material atap lainnya mencapai maksimal 17% (terhadap pemakaian seng) dan terendah 9% (terhadap pemakaian atap polycarbonat)

Bagaimana halnya bila material atap terlapis dengan pewarnaan atau finishing dengan akrilik ataupun lapisan melamin ? seberapa jauh efisiensi energi yang dihasilkan ?. hal ini menjadi penelitian tahap selanjutnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan kali ini dibiayai oleh dana Penelitian dari lingkungan Fakultas Teknik tahun 2012 Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak di jajaran Dekanat FT , Jurusan dan juga pada para mahasiswa jurusan arsitektur Undip (sdri Ganang, Nuthgy, Jiwangga, Amatul, Meriyati, Saphira, Armylia, Nindita, Sigit dan Arief para mahasiswa reguler 1 jaft undip yang telah membantu melakukan pengukuran lapangan selama 24 jam per hari untuk setiap obyek bahan penutup atap dari bulan mei 2012

DAFTAR PUSTAKA

- Bauer,M., Mosle,P., dan Schwarz, M., 2007, "Green Building- Guyidebook for Sustainable Architecture", Springer Heidelberg Dordrecht, London, New York.
- Birren, F. 1988. *Light, Color, and Environment*. Pennsylvania : Schiffer Publishing, Ltd.
- Farreny, R., Pinzo'n, T.M., Guisasaola, A., Taya', C., Rieradevall, J., Gabarrell, X. 2011. "Roof Selection For Rainwater Harvesting: Quantity And Quality Assessments In Spain", Water Research, Vol.45, Pages 3245-3254.

- Gallo,C., Sala, M., Sayigh,AMM., 1988, "Architecture, Comfort and Energy", Elsevier- Special Issue (vol 2:1/2) Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo.
- Hinrich, R dan Kleinbach, M. 2005. "Energy – its used and the Environment", Fourth edition. United States : Thomson Brook Cole.
- Jayasinghe, M.T.R., Attalage, R.A., Jayawardena, A.I. 2003. "Roof Orientation, Roofing Materials. And Roof Surface Colour: Their Influence On Indoor Thermal Comfort In Warm Humid Climates". Energy for Sustainable Development I, Vol.VI, No.1.
- Karyono,TH, 2010, *Green Architecture-Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*, Rajawali Press, Jakarta
- Kreith,F (alih bahasa Arko Prijono), 1991, "Prinsip-prinsip Perpindahan Panas", Penerbit Erlangga, Jakarta
- Olgay,V., 1973, *Design with Climate-Bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton University Press, USA
- Poonia, S., Jethoo, A.S., Poonia, M.P. (2011). "A Short Review On Energy Conservation In Buildings Using Roof Coating Materials For Hot An Dry Climates".Universal Journal of Environmental Research and Technology, Vol.1, Issue 3:247-252.
- Prianto, E. 2007. *Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming*. Jurnal Pembangunan Kota Semarang RIPTEK, Vol.1, No.1, Semarang hal 1-10
- Prianto, E. 2010. *Effek warna dinding terhadap pemakaian energy listrik dalam rumah tangga* Jurnal Pembangunan Kota Semarang RIPTEK, Vol.4, No.1, Semarang hal 31-35
- Prianto, E. 2012. *Strategi Disain fasad Rumah Tinggal Hemat Energi*, Jurnal Pembangunan Kota Semarang RIPTEK, Vol.6, No.1, Semarang hal 55-65
- Prianto, E. 2005. *Arsitektur Jendela Respond Gerakan Hemat Energi*. Jurnal Ilmiah Nasional Efisiensi & Konservasi Energi, Vol.1, No.1, FT, Undip, hal 1-11
- Prianto, E. 2007. *Energy Efficient Building as Manifesto of Enviromental Issue*. Seminar Home Design Going Green, Hotel Ciputra, Jakarta
- Prianto,E. dan Depecker,P. 2002. *Characteristic of Air Flow as The Effect of Balcony, Opening Design and Internal Division on Indoor Velocity* . Energy and Building,Vol.34. No.4., pp.401-409.
- Ranti, S, 1997, *Rumah Tropis-Tropical House*, Penerbit Djambatan, Cetakan kelima, Jakarta, 132 hal.
- Satwiko, P. 2005. *Arsitektur Sadar Energi*. Yogyakarta : Penerbit Andi. ISBN 979-731-793-5, 220 hal.
- Soegijanto,1998, *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab ditinjau dari aspek Fisika Bangunan*, Dikti, Dep[artemen Pendidikan dan kebudayaan, Jakarta, 328 halaman.