

AUDIT ENERGI PADA RUMAH TINGGAL BER ARSITEKTUR KONVENSIONAL DAN MODERN

Eddy Prianto^{ab}, Huda Muhammad^a, Paskalia Utari Putri^a

^a Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

^b Laboratorium Teknologi Bangunan Arsitektur JAFT UNDIP

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

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 15 April 2016

Disetujui : 26 April 2016

Kata Kunci:

Audit Energi, Arsitektur, Compact House, Konvensional, Modern

ABSTRAK

Kebutuhan rumah semakin meningkat di tengah keterbatasan lahan. Dan kebutuhan energy selalu parallel dengan pertumbuhan penduduk yang menuntut suatu tempat yang nyaman untuk beraktivitas. Rumah yang berhasil menyediakan ruang principal untuk bermukim, merupakan salah satu syarat dari konsep compact house. Apakah rumah kecil selalu signifikan dengan tingkat kebutuhan energinya? Bagaimana mengukur untuk mengefesienkan tingkat kebutuhan energy menurut ISO 50001?

Pengamatan lapangan dan kajian audit energy menurut ISO 50001 merupakan pilihan langkap dalam penelitian ini terhadap 5 sampel rumah ber arsitektur Konvensional dan Modern di kota Semarang.

Hasil yang didapat dalam penelitian ini : pertama, Yang membedakan aplikasi konsep Compact House pada rumah Konvensional dan modern terletak pada tingkatan/hirarki persyaratannya. Kedua, bahwa pilihan lokasi dan status pekerjaan penghuni rumah sangat berpengaruh pada tingkat besaran konsumsi energy listrik dalam rumah tinggal. Besaran rumah tidaklah selalu signifikan dengan besaran konsumsi energy listrik untuk rumah ber Arsitektur Konvensional maupun Modern, dan ketiga, aspek kebutuhan untuk mendinginkan ruangan masih merupakan alasan dominan dalam meningkatnya konsumsi daya listrik dalam kedua type rumah tinggal.

ARTICLE INFO

Article History

Received : April 15, 2016

Accepted : April 26, 2016

Key Words :

Energy Audit, Compact House, Conventional architectural, Modern Architectural

ABSTRACT

The need of shelter increased on the contrary the availability of land. The requirement of energy always parallel with the population growth to provide a comfortable palce for doing daily activity. Providing a principal living space is the one of necessary requirements of the compact house concept. Is a small house was always significant with the level of its energy needs? How to measure the efficient of energy requirements according to ISO 50001?

Field study and energy audit according to ISO 50001 was carried out to five sample house with Conventional and Modern architectural configuration in Semarang.

The results showed : firstly, the distinctive feature in the application of Compact House concepts on Conventional and modern houses found on the levels / hierarchy of requirements. Secondly, the selected location and occupations of dweller also influenced the amount of electrical energy consumption in the residence. The floorspace did not always significant with the energy consumption on the house with Conventional and Modern Architectural configurations, and thirdly, the electricity mainly used for cooling down the indoor temperature in both of two house types.

1. PENDAHULUAN

Pada skala rumah tinggal, kita dapat menghemat pengeluaran biaya berlangganan pemakaian listrik setiap bulannya dengan cara sdalah satu diantaranya mengetahui seberapa banyak konsumsi listrik yang rutin tiap bulan dibayarkan.

Hal itu memang merupakan solusi dari suatu langkah yang disebut dengan Audit Energi. Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaat energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi.

Audit enegi secara berkala dan sederhana dapat dilakukan secara mandiri dengan mengikuti tahapan-tahapan sebagaimana tertuang dalam ISO 50001, sehingga penghuni rumah dapat memperkirakan seberapa besar biaya dari konsumsi listrik tiap bulannya dan seberapa besar penghematan dapat dilakukannya. Menurut Karyono dalam bukunya *Green Architecture*, dikatakan bahwa penghematan energi pasti dapat dilakukan, bilamana arsitek mau memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Karyono, 2010). Bahwa Satwiko pun menegaskan lebih detail bahwa setiap element dari suatu bangunan mengandung dan mengkonsumsi besaran energi (Satwiko, 2005).

Beberapa tujuan dari suatu kegiatan Audit Energi menurut ISO 50001 (ESDM, 2015), yaitu

- Untuk mengetahui nilai intensitas konsumsi energi dan profil pemakaian energi eksisting operasional fasilitas suatu industri/ bangunan pada periode tertentu
- Untuk mengidentifikasi jenis alternatif konservasi energi, maupun penghematan energi sebagai bagian dari manajemen energi sebuah industri
- Memilih suatu keputusan alternatif jenis konservasi energi yang terbaik sebagai rekomendasi dari perencanaan manajemen energi industri

Mencermati pertumbuhan perumahan di Indonesia, yang semakin tahun terus bertambah sejajar dengan pertumbuhan penduduknya dan berdampak juga semakin meningkatnya kebutuhan energi dalam suatu

negara, dari pengamatan sebelumnya dikatakan bahwa konsumsi energi listrik terbesar berada pada skala bangunan rumah tinggal (Prianto, 2007).

Kebutuhan tempat tinggal tidak sebanding dengan luas lahan yang tersedia di daerah perkotaan, sudah barang tentu berdampak pada kenaikan harga tanah. Dari suatu kajian disain *Compact House* oleh Pascalia dan Eddy, bahwa *Compact House* dapat diartikan sebagai konsep perancangan hunian dimana skala prioritasnya adalah ruang-ruang utama yang paling dibutuhkan. Dengan mengaplikasikan *compact house design*, diharapkan seluruh kebutuhan utama bermukim pengguna dapat di akomodasi dengan maksimal walaupun hanya berada di dalam lahan yang terbatas. Dalam kajian mereka, didapatkan kesimpulan bahwa disain dengan konsep ini dapat menunjang gerakan hemat energi. (Pascalia & Prianto, 2016).

Melihat sebentar ke belakang, bahwa suatu gerakan social pernah terjadi di Amerika Serikat : "*Tiny House Movement*" atau "Gerakan Rumah Kecil" yang menganjurkan kepada masyarakat untuk mengecilkan ukuran rumah tinggal mereka dan hidup sederhana di rumah-rumah berukuran kecil. Masyarakat mengikuti gerakan ini dengan berbagai alasan, diantaranya adalah keterjangkauan kepemilikan rumah, mudah dalam pemeliharaan dan ramah lingkungan (Economist, 2009), (Life, 2015).

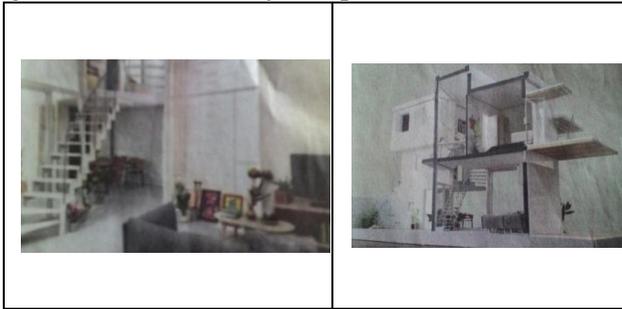


Gambar 01:

Contoh *kyosho jutaku* di Jepang.
[Tokyo Reporter Staff, 2008]

Dalam budaya Jepang, rumah tidak sekedar untuk tempat tinggal karena terlindung dari cuaca ekstrem luar dan tempat beristirahat bagi penghuninya saja, tetapi rumah jepang juga

berfungsi sebagai refleksi peribadian seseorang. Yaitu diantara keberhasilannya dalam mengharmonisasikan atau menelaraskan diri dengan lingkungannya (Jaya, 2015). Para arsitek Jepang mengatakan bahwa tren ini bagi masyarakat muncul lebih karena permasalahan ekonomi, dimana harga lahan semakin naik. Namun, bagi arsitek sendiri, konsep ini muncul karena ingin memuaskan kebutuhan klien sesuai dengan keadaan tapak yang tersedia (Jutaku, 2008). [Tokyo Reporter Staff, 2008]



Gambar 02 :

Konsep “*Compact House*” pada rancangan Devine oleh Bintaro Jaya (Jaya, 2015)

Berdasarkan paparan diatas, pada artikel ini kami akan kaji. Pertama : Bagaimana melakukan audit energi secara sederhana pada rumah tinggal ?, Kedua : Bagaimanakah hubungan disain berstyle compact house yang ada di Semarang dengan tingkat konsumsi energi listriknya. Dengan suatu pertanyaan “Apakah disain rumah tinggal dengan konsep *compact house* merupakan suatu bentuk rumah hemat energi?”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Audit Energi ISI 5001 (ESDM, 2015)

Sebagaimana telah dipaparkan di depan, bahwa pengertian Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaat energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi.

Proses audit dapat dilakukan oleh auditor intenal maupun eksternal namun auditor - auditor tersebut wajib memiliki sertifikat kompetensi sesuai dengan peraturan perundang - undangan.

Ada dua jenis Audit Energi, yaitu :

- Pertama : Survei Manajemen energi, yaitu Surveyor mencoba untuk memahami

kegiatan manajemen yang sedang berlangsung dan kriteria putusan investasi yang mempengaruhi proyek konservasi.

- Kedua : Survei energi (teknis), yang memiliki pengertian bahwa bagian teknis bertugas mengulas kondisi dan operasi peralatan dari pemakai energi yang penting (misalnya boiler dan sistem uap) serta instrumentasi yang berkaitan dengan efisiensi energi. Auditor energi akan bertumpu pada pengalamannya dalam mengumpulkan data yang relevan dan mengadakan observasi yang tepat, sehingga memberikan diagnosa situasi energi suatu bangunan secara cepat.

Tingkat Audit Energi secara garis besar dapat dibagi dalam 3 tingkat :

- Tingkat I - Penaksiran selintas
Merupakan penaksiran menggunakan energi suatu sistem menganalisis rekening energi sistem atau dengan melakukan survey sederhana atas sistem
- Tingkat II- Survey dan Analisis Energi
Mencakup suatu survey sistem yang lebih mendetail dan analisis energi untuk setiap bagian dalam sistem. Tingkatan audit ini akan mengidentifikasi, menghasilkan analisis penghematan dan analisis biaya dari semua tindakan penghematan praktis yang masih memenuhi kriteria pemilik/ pengelola, bersama dengan pembahasan mengenai prosedur operasi dan pemeliharaan.
- Tingkat III- Analisis mendetail atas modifikasi padat modal
Tingkat audit ini membutuhkan pengumpulan data dan analisis teknik yang lebih mendetail. Pada tingkat ini akan memberikan informasi penghematan dan biaya proyek yang lebih mendetail dengan tingkat akurasi yang tinggi dan layak sebagai dasar pengambilan keputusan.

b. Prosedur Proses Audit Energi

- Langkah I- Mendapatkan data umum suatu bangunan/gedung.
 - ✓ Data umum gedung (fungsi, jumlah penghuni dll)
 - ✓ Data dan cetak biru arsitektur dan sistem Mekanikal & Electrical (M&E)
 - ✓ Data peralatan M & E

- Langkah II- Survey data pendahuluan
Langkah ini diperlukan untuk mengenal gedung beserta sistem dan instalasinya. Data dikelompokkan ke dalam sistem-sistem dan data dalam sistem dikelompokkan dalam beberapa zona
- Langkah III - Analisis pemakaian energi dan daftar penentuan pilihan (ECO)
Pada tahap ini, data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengestimasi konsumsi energi gedung. Dari data dan hasil analisis tersebut kita dapat mengidentifikasi pilihan ECO yang akan memberikan hasil yang efektif, yang berkaitan dengan sistem / peralatan yang banyak mengkonsumsi energi.
- Langkah IV - Analisis dan rekomendasi ECO
Pilihan - pilihan ECO yang telah diidentifikasi kemudian dianalisis untuk menunjukkan besar penghematan yang diberikan dan kemungkinan penerapannya pada gedung tersebut. Pilihan - pilihan ECO yang paling tepat direkomendasikan kepada pemilik gedung

Pada prinsipnya dalam Audit Energi Awal dapat dilakukan pemilik/ pengelola bangunan gedung, yaitu :

- Pengumpulan data. Dengan mengumpulkan data-data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan pengamatan visual (daya yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran). Data-data tersebut meliputi:
 - ✓ Dokumentasi bangunan yang diperlukan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi, terdiri dari gambar tambak bangunan, gambar denah dan potongan bangunan.
 - ✓ Dokumentasi gambar jaringan listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari Diesel Generating Set
 - ✓ Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak , bahan bakar gas dan air
- Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung

Berdasarkan data seperti disebutkan sebelumnya dapat dihitung

- ✓ Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m²)
- ✓ Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (Kwh/ tahun)
- ✓ Intensitas konsumsi energi bangunan gedung per tahun (Kwh/m² tahun)
- ✓ Biaya energi bangunan gedung (Rp/Kwh)

c. Pengertian Efisiensi Energi (Idoenergi, 2012)

Efisiensi energi didefinisikan sebagai semua metode, teknik, dan prinsip-prinsip yang memungkinkan untuk dapat menghasilkan penggunaan energi lebih efisien dan membantu penurunan permintaan energi global. Contoh efisiensi energi adalah menggunakan lampu hemat energi dan bukannya bola lampu pijar tradisional.

Ilmu pengetahuan terus mencari teknologi energi yang terbaru dan lebih efisien, terutama di sektor energi terbarukan. Banyak sumber energi terbarukan perlu meningkatkan efisiensi secara signifikan untuk dapat kompetitif dengan bahan bakar fosil, dan ilmu pengetahuan sampai saat ini belum menghasilkan solusi yang memadai untuk membuat energi terbarukan lebih efisien.

Berapa banyak peningkatan efisiensi energi akan memberikan kontribusi terhadap pengurangan penggunaan energi global? Menurut International Energi Agency, meningkatnya efisiensi energi pada bangunan, proses industri dan transportasi dapat mengurangi sepertiga kebutuhan energi dunia pada tahun 2050. Tentu saja hal ini akan mengurangi emisi gas rumah kaca yang berbahaya, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

Efisiensi energi harus di implementasikan pada tingkat multidimensi agar mendapatkan efek terbaik. Ini berarti bahwa kita harus berusaha untuk meningkatkan efisiensi energi semampu mungkin, di semua sektor (rumah kita, kantor, kendaraan dan industri).

d. Prinsip-prinsip dasar efisiensi energi (ESDM, 2012)

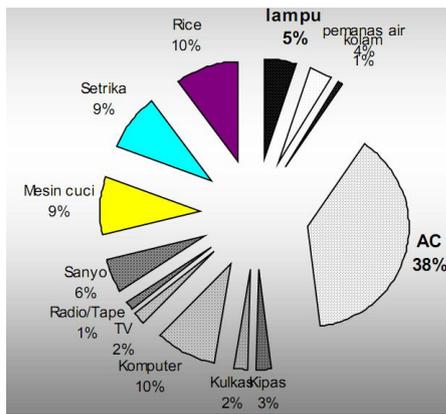
Dalam mengantisipasi kelangkaan energi di masa depan, tidak hanya diperlukan upaya

Pemerintah dalam mengembangkan energi terbarukan, namun sektor industri juga harus menjalankan kebijakan konservasi energi. Penting bagi pemilik dan pengembang bangunan untuk mengintegrasikan strategi efisiensi energi pada tahap desain awal untuk diimplementasikan pada tahap-tahap konstruksi, pengadaan, dan operasional bangunan. Untuk dapat mempersiapkan serta memandu desain dan proses konstruksi yang hemat energi dalam rangka mencapai hasil akhir yang hemat energi, pengembang bangunan harus memahami elemen-elemen utama efisiensi energi, yaitu ;

- Pertama, proses desain terintegrasi. Dalam proses ini desain terintegrasi mencakupi karakteristik lokasi dan desain bangunan, yang meliputi pilihan-pilihan arsitektur, struktural, mekanik, dan listrik dengan tujuan untuk meminimalisasi konsumsi energi. Untuk mencapai tujuannya, pendekatan terintegrasi ini membutuhkan kolaborasi erat antara arsitek dengan insiyur mekanik, struktural, dan listrik serta kontraktor dalam fase desain dan konstruksi.
 - Kedua, pilihan material dan teknologi. Seluruh material dan teknologi yang digunakan pada muka dan lapisan luar dari selubung bangunan, untuk konservasi air, pemasangan listrik (lampu, dan sebagainya), dan sistem AC, harus didesain secara akurat untuk meminimalisasi konsumsi energi yang dihasilkan, dan pada saat yang bersamaan juga memenuhi syarat fungsional dan lainnya dari bangunan tersebut.
 - Ketiga, iklim, karena kebanyakan energi dalam bangunan digunakan untuk memastikan kenyamanan manusia, jelas bahwa iklim sekeliling serta kondisi dalam ruangan yang ditargetkan memiliki dampak yang besar bagi kinerja energi bangunan: Radiasi matahari (panas dan cahaya) mempengaruhi persyaratan beban pendinginan dan desain pencahayaan bangunan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh orientasi muka bangunan dan material yang digunakan pada selubung bangunan. Kemudian suhu udara dengan kelembaban relatif merupakan parameter dominan untuk mempertimbangkan desain AC
- untuk mencapai kenyamanan manusia dan lingkungan dalam ruangan yang diinginkan, lalu kelembaban relatif memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan dalam ruangan dan kenyamanan manusia sehingga menjadi faktor penting dalam menentukan desain AC dan pencapaian iklim dalam ruangan yang baik dan arah angin utama dapat digunakan dalam beberapa kasus untuk mengurangi kebutuhan pendinginan dan ventilasi sehingga perlu untuk dipertimbangkan.
- Keempat, operasi. Panduan operasional dan pemeliharaan bangunan yang difokuskan pada langkah-langkah efisiensi energi esensial untuk mencapai dan memelihara kinerja energi yang ditargetkan melalui desain bangunan. Lebih lanjut lagi, Building Automation System dan Building Energi Management System (BAS&BEMS) merupakan sistem yang tepat untuk mencapai dan memelihara operasi bangunan yang efisien, terutama pada bangunan besar.
 - Kelima, kesadaran dan kepedulian akan pemakaian energi serta lingkungan dalam ruangan dari seluruh orang yang menggunakan bangunan sangatlah penting. Pendidikan dan pelatihan dapat meningkatkan pemahaman penghuni bangunan akan pentingnya upaya-upaya pengelolaan bangunan dalam memelihara dan meningkatkan efisiensi energi bangunan serta bentuk-bentuk kontribusi yang mereka dapat lakukan.

e. Profil konsumsi energi pada rumah tinggal (Prianto, 2007)

Dalam pengamatan terhadap rumah-rumah didaerah tropis lembab untuk rumah-rumah menengah kebawah (type 45), Eddy Prianto menyebutkan bahwa konsumsi terbesar energi listrik dalam skala rumah tinggal adalah karena pemakaian Air Conditioner sebanyak 38% dari total konsumsi dalam rumah tinggal. Energi untuk lampu hanya sekitar 5% dan lain-lainnya dibawah 10% untuk pemakaian komputer, setrika, rice cooker, mesin cuci, sanyo, TV dan lain-lain (lihat gambar no.03)



Gambar 03 :

Profil pengelompokan kebutuhan listrik dalam skala rumah tinggal (Prianto, 2007)

f. Pemahaman seputar Compact House

Ada beberapa pemahaman “Compact House” di Indonesia, yaitu :

- Suatu konsep perancangan hunian dimana skala prioritasnya adalah ruang-ruang utama yang paling dibutuhkan. Konsep ini merupakan salah satu solusi bagaimana orang bisa membeli rumah dengan harga yang lebih terjangkau (Femina, 2015).
- Suatu desain rumah kompak yang dirancang dengan teliti dan menyeluruh, serta dipikirkan secara detail hingga perancangan furniturnya untuk memenuhi kebutuhan bermukim di kota. (Kamal, 2012)

Sedangkan keuntungan dari suatu disain yang mengaplikasikan *compact house* ini adalah (Rowan, 2013), (Faunillan, 2015):

- Tidak perlu mengkhawatirkan dalam pembayaran pajak karena ukuran rumah yang kecil.
- Tidak memerlukan material bangunan yang banyak dalam membangun karena ukuran rumah yang kecil. Bahkan uang yang ada bisa lebih digunakan untuk memilih material bangunan dengan kualitas yang lebih baik lagi.
- Waktu membangun lebih cepat.
- Tidak memerlukan perawatan yang banyak.
- Pembuangan energi yang sedikit.

3. METODE PENELITIAN

a. Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode analisa deskriptif-kuantitatif dan kualitatif.

- Sampel diambil secara acak pada rumah tinggal berukuran kecil di kawasan perkampungan dalam kota Semarang dan suatu kawasan kompleks perumahan yang dikembangkan oleh developer. Masing-masing diambil 5 (lima) buah type rumah ber arsitektur Konvensional dan Modern (lihat gambar 04).
- Pengamatan difokuskan pada ruang-ruang principal sebagaimana tuntutan dari disain compact house, yaitu : Teras, Ruang tamu, Ruang keluarga, Ruang makan, Dapur, Kamar Tidur dan Kamar mandi, sebagaimana representasinya terlihat pada gambar no.05.
- Pengumpulan data terkait konsumsi energi listrik pada rumah-rumah tersebut dengan tujuan menemukan fakta akurat profil konsumsi energi dari karakter arsitektur yang berbeda di lapangan ini. Pendataan ruang peruang diamati seberapa banyak alat elektronik yang digunakan. Tahap ini dapat dilihat pada gambar 06

b. Metode pembahasannya, diawali dengan pendataan tingkat konsumsi energi listrik, jenis alat elektronik yang digunakan dan besaran biaya yang dikeluarkan untuk membayar biaya pemakaian listrik dari sekeluruhan obyek pengamatan. Dimana perolehan data-data tersebut dilakukan/ dikaji dengan menggunakan prosedur audit energi.

c. Tahapan Proses audit energi pada skala rumah tinggal.

Menyimak prosedur audit energi menurut Audit Energi ISO 50001 di atas, berikut tahapan sederhana yang kami tawarkan untuk diterapkan pada bangunan berskala rumah tinggal. Pelaksanaan perekaman data bisa dilakukan dengan pengamatan visual ataupun menanyakan langsung ke pemilik bangunan, tanpa harus dilakukan pengukuran.

1). Tahap pertama : melakukan pendataan. Data yang dibutuhkan dalam tahapan ini adalah :

- Pendataan ragam ruang yang ada dalam ke lima rumah dari masing-masing kelompok rumah Konvensional dan Modern.
- Ragam jenis alat elektronik dan daya yang dimiliki (dalam Watt) yang ada pada setiap ruangan
- Jumlah dan jumlah alat- alat elektronik yang digunakan,
- Durasi waktu penggunaan dari masing-masing alat dalam setiap harinya (dalam hitungan tiap jam/hari) dan
- Copy bukti pembayaran rekening listrik dalam setiap bulannya.
- Rekapitulasi perhitungan kebutuhan konsumsi listrik tiap bulan.

2). Tahap kedua :

Pada tahapan ini, kita akan menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) suatu rumah terpilih dengan cara :

- Merekapitulasi kebutuhan energi yang timbul dari masing-masing ruang dalam durasi setiap hari.
- Besaran kebutuhan energi bulanan, cukup dilakukan pendekatan sederhana, yaitu dengan cara mengalikan konsumsi daya listrik harian dengan 30 (tiga puluh) hari pemakaian. Dan akhirnya dengan mengalikannya lagi 12 bulan, kita akan dapatkan Konsumsi Energi suatu Bangunan (Kwh/tahun)
- Sedangkan untuk mengetahui Intensitas Konsumsi Energi rumah per tahun, dapat kita peroleh dengan merekap konsumsi tahunan dibagi luas bangunan (Kwh/m² tahun).

d. Tahapan Analisa dan pembahasan.

- Profil konsumsi energi pada kedua type rumah ini (type konvensional dan modern) hingga mengambil sikap memecahkan solusi mengefisienkan

energi listrik merupakan tahapan penting dari pembahasan ini.

4. PEMBAHASAN

Pembahasan ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya (Pascalia & Prianto, 2016), dimana pada kesempatan ini kami mengkaji penekanan aspek kebutuhan energi listrik dalam skala rumah tinggal yang berkonsep compact house. Dan merupakan update pembahasan yang pernah dilakukan pada penelitian lain (Prianto, 2007), bahwa profil kebutuhan listrik pada skala rumah tinggal didaerah tropis tersedot pada pemakaian *Air Conditioner* (AC).

Pada kajian pertama, merupakan review hubungan antara terapan konsep *compact house* pada rumah ber-Arsitektur Konvensional dan Modern dengan perlengkapan elektronik yang ada dalam masing-masing ruang principal (Teras, Ruang Tamu, Ruang Keluarga, Ruang Makan, Kamar Tidur, Dapur dan Kamar Mandi).

Sedangkan pada kajian kedua, akan dilakukan tahapan audit energi secara parallel dari kedua type rumah tersebut.

Dan pada kajian ketiga adalah solusi efisiensi energi dari kedua disain rumah tinggal tersebut.

a. Kajian compact house pada disain rumah konvensional dan modern (Pascalia & Prianto, 2016).

Dari kajian sebelumnya, didapatkan kesimpulan bahwa kedua model rumah tersebut, secara prinsip telah berhasil mengaplikasikan keempat prinsip compact house. Keempat persyaratan pembentuk prinsip compact house itu adalah : Pertama aspek penataan dan ketersediaan ruangan, aspek penataan furnitur, aspek pilihan warna dan aspek pilihan sekat non-permanen.



Gambar 04:

Obyek pengamatan dari rumah berarsitektur Konvensional (atas) dan Modern (bawah)



Gambar 05:

Sample ragam ruang utama rumah tinggal berdasarkan kajian compact house pada rumah konvensional (atas) dan modern (bawah))

Profil aplikasi compact house pada rumah model konvensional sangat didominasi pada penataan dan ketersediaan jenis ruang. Menggabungkan beberapa fungsi ruang/perbedaan kegiatan dalam suatu wadah sering didapatkan pada type ini. Seperti fungsi menerima tamu, fungsi ruang keluarga yang bisa difasilitasi dalam satu ruang saja.

Secara hirarki syarat terbentuknya prinsip compact house pada model rumah konvensional, diurutkan berdasarkan profil secara umum adalah : aspek ketersediaan dan penataan ruang, aspek pilihan sekat, aspek furnitur dan aspek pilihan warna.

Sedangkan profil aplikasi compact house pada rumah modern, didominasi dengan teraplikasinya fungsi penataan furnitur dan pilihan warna. Secara hirarki dapat diurutkan sebagai berikut : Aspek pilihan dan penataan furnitur, Pilihan warna, aspek penggunaan sekat dan penempatan jenis ruangan.

Aspek pilihan sekat pada rumah tradisional, terbentuk karena keterbatasan financial/ penggunaan material apa adanya, sehingga pilihan material seadanya banyak mendominasi. Sedangkan alasan pilihan sekat pada rumah modern telah banyak disebabkan pertimbangan psikologis, keamanan dan kenyamanan, sehingga ragam atau corak yang terjadi antar rumah sangatlah bervariasi, seperti pilihan warna lantai, perbedaan level lantai ataupun plafong, penggunaan kolom hingga pilihan furnitur lipat.

Peran furnitur pada rumah model konvensional, didominasi pertimbangan satu fungsi semata. Lain halnya dengan pilihan furnitur pada rumah modern, seperti dilantasi karena pertimbangan dapat menyimpan barang banyak, dapat untuk penempatan alat elektronik rumah tangga, dapat untuk pembatas ruangan bahkan pertimbangan membuat ruang lebih lebar, yaitu dengan pilihan furnitur lipat.



Gambar 06:

Kebutuhan perangkat elektronik pada ruang keluarga dan dapur dari rumah ber Arsitektur Konvensional (atas) dan Modern (bawah).

Besaran luasan ruangan dalam rumah tinggal tidaklah selalu signifikan terhadap tingkat kuantitas konsumsi energi listrik, baik pada rumah Konvensional ataupun Modern. Hal ini, lebih banyak dipengaruhi oleh pola perilaku penghuni keseharian dan budaya sekitarnya. Hal ini dapat diperjelas pada gambar 06, ruang keluarga dan dapur pada rumah konvensional lebih besar luasannya dibanding dengan yang ada rumah modern, namun kebutuhan listrik di dalam ruangan ini berbanding terbalik.

b. Kajian audit energi pada disain rumah konvensional dan modern

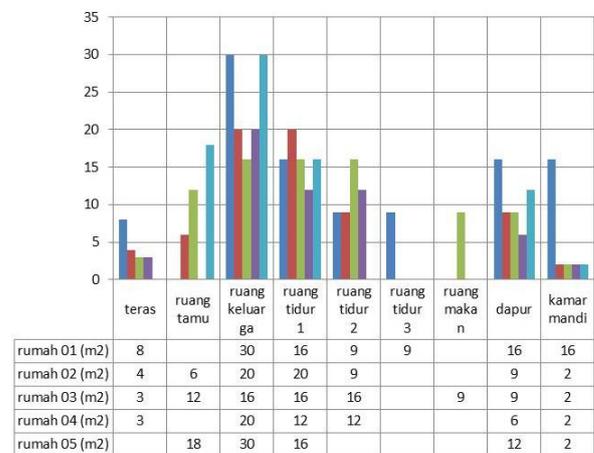
1). Keberagaman ruang dan konsumsi energi listrik.

Menyimak keragaman yang terdapat pada rumah ber Arsitektur Konvensional dan Modern, dengan skala rumah tipe menengah kebawah (setara dengan type 45-60 m²), ternyata dalam perkembangannya pasca huni, terdapat penambahan-penambahan ruang, yang pada akhirnya ‘memakan’ ruang terbuka dari kapling yang ada.

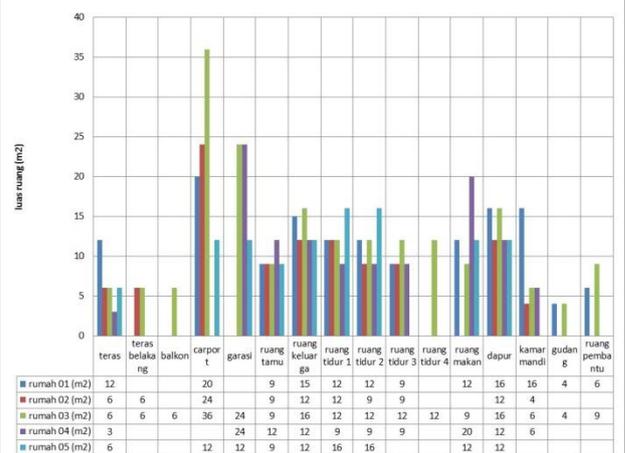
Sejauh ini, aplikasi disain rumah yang compact house lebih ‘bertahan’ pada rumah type Konvensional, bahkan beberapa rumah telah (disengaja/tidak ataupun alasan keterbatasan finansial), beberapa ruang

difungsikan beragam kebutuhan bermukim suatu rumah tinggal, seperti : ruang tamu yang difungsikan sebagai ruang keluarga dan ruang makan). Artinya konsep compact house teraplikasi pada disain rumah yang berarsitektur konvensional. Sedangkan pada rumah ber Arsitektur Modern, setiap aktifitas kegiatan penghuni berusaha diwadahi pada ruang berbeda, bahkan terdapatnya penambahan ruang-ruang lainnya seperti keberadaan balkon, carport, garasi, ruang pembantu hingga ruang gudang. (lihat gambar no. 07).

Keragaman Ruang dalam rumah berarsitektur Konvensional



Keragaman Ruang dalam rumah berarsitektur Modern



Gambar 07:

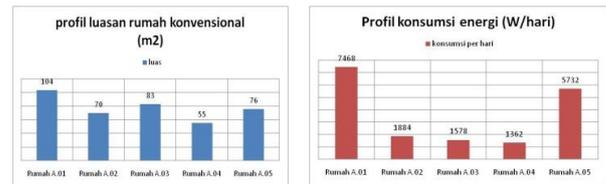
Keragaman ruang pada rumah ber Arsitektur Konvensional (atas) dan Modern (bawah).

Mengamati secara visual saja, kita dapat menghipotesakan bahwa kebutuhan energi pada rumah berarsitektur modern ini akan jauh lebih banyak dari rumah lainnya, karena pada

setioap ruang saja, minim sudah dibutuhkan penerangan tersendiri ataupun keberadaan alat elektronik lainnya.

2). Luasan bangunan, profil perilaku dan konsumsi energi listrik pada rumah berasitektur Konvensional.

Bagaimana hubungan antara luasan lantai rumah tinggal dengan tingkat konsumsi energi listriknya? Dengan mencermati gambar 08 ternyata data dipengamatan dilapangan ini membuktikan bahwa hubungan antara luas ruangan dengan konsumsi energi tidaklah selalu signifikan. Walau diasumsikan bahwa tiap penambahan ruangan maka konsumsi energi listrik dari keberadaan alat elektronik juga akan bertambah (sebagaimana hipotesa awal pada kajian diatas), namun dari pengamatan terhadap type rumah Konvensional ini, ternyata hal tersebut tidaklah selalu benar. Hal ini bisa kita dapatkan pada kasus rumah nomor 3 dengan luasan 83 m2 (lebih besar dari luasan rumah nomor 2, 4 dan 5), manun konsumsi energi pada rumah nomor 5 (luasan 76 m2) lebih banyak. Keberadaan/lokasi rumah yang berbeda diantara type ini, status pekerjaan dari kepemilikan yang berbeda, bahkan perilaku dan budayanyalah yang menyebabkan perbedaan tingkat konsumsi energi listrik tersebut.



Gambar 08:

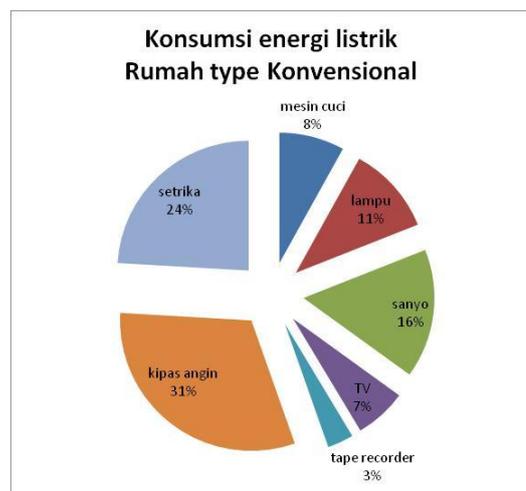
Profil luasan rumah dan besaran konsumsi daya listrik tiap harinya (Watt/hari)

Profil perilaku penghuni atau bentuk kegiatan yang bagaimana yang menyebabkan dinamika perubahan konsumsi energi dalam rumah tinggal ini? Hal ini bisa kita simak pada diagram dibawah ini, yaitu diagram dari audit konsumsi energi antara rumah ke-3 dan rumah ke 5.

Hasil rekapitulasi rata-rata konsumsi energi listrik dari kelima obyek rumah konvensional, kami mengambil hasil rata-ratanya. Dan hasil rata-rata, kami sampelkan pada rumah konvensional no.5. Dimana kebutuhan energi listriknya setian harinya mencapai 6732 Watt/hari. Energi tersebut muncul karena kebutuhan menyalakan lampu, TV, Radio, Menyalakan pompa air, Kipas angin, lemari Pendingin (kulkas) dan dan kegiatan menyetrika. Dimana konsumsi tiga besar berturut turut karena pemakaian Kipas Angin (31%), menyetrika (24%) dan Pompa air (16%). Biaya pengeluaran berlangganan PLN, si pemilik rata-rata mengeluarkan dana Rp. 171.000,-/bulan - Rp. 200.000,-/bulan.

Tabel 01: Audit Energi –konsumsi listrik setiap hari dari rumah Konvensional

nama ruang	luas	alat elektronik	jumlah	lama pakai	daya (watt)	jumlah
teras/ruang tam	18	lampu	2	12	11	264
		sanyo	1	4	250	1000
ruang keluarga	30	lampu	2	8	11	176
		TV	1	8	50	400
		tape recorder	1	4	50	200
		kipas angin	1	10	75	750
		setrika	1	3	500	1500
ruang tidur	16	lampu	1	10	11	110
		kipas angin	2	8	75	1200
dapur	12	lampu	1	6	11	66
		mesin cuci	1	2	250	500
kamar mandi	2	lampu	1	6	11	66
						jumlah
						6232
						sebulan
						30
						harga listrik
						Rp 1,075.00
						biaya langganan
						Rp200,982.00
	78					



Gambar 09:

Prosentase pengelompokan konsumsi listrik pada rumah Konvensional

Tabel 02: Profil pengelompokan kegiatan konsumsi energi listrik dalam rumah Konvensional antara obyek no. 3 (kiri) dan obyek no.5 (kanan)

Alat Elektronik	Rumah no.5 (76 m2)		Rumah no.3 (83 m2)	
	(W/hr)	Prosentase	(W/hr)	Prosentase
kipas angin	1950	31%	450	13%
setrika	1500	24%	1500	42%
sanyo	1000	16%		
lampu	682	11%	528	15%
mesin cuci	500	8%	500	14%
TV	400	6%	600	17%
tape recorder	200	3%		
jumlah	6232	100%	3578	100%

Dengan memperbandingkan rumah berasitektur Konvensional no. 3 dan 5 (lihat table gambar 09), dapat diketahui bahwa walaupun rumah no 5 (luasan 76 m2), konsumsi energi terbanyak ada pada Kipas Angin (31%), menyetrika (24%) dan Pompa air (16%). Pada Rumah dengan karakter yang sama, ternyata rumah no 3 (luasan 83m2) pemakaian energi terbesar justru ada pada menyetrika (42%), melihat TV (17%), pemakaian lampu (15%), mencuci (14%) dan pemakaian kipas angin (13%). Aspek luasan sejauh ini tidak selalu identic kebutuhan energi listriknya.

Sebenarnya kedua rumah ini tingkat pemakaian energi listrik untyuk lampu, menyetrika, mencuci dan melihat TV tidaklah beda jauh. Yang menyolok kenaikan intensitas pemakaian listrik pada rumah nomor 5 (rumah dengan luasan lebih kecil dari no.3) ada pada pemakaian kipas angin (1950 w/hr) dan pemakaian pompa air (1000 w/hr).

Effisiensi energi yang dapat direkomendasikan ada dua cara :

- Pertama, mencari/meminimalisir besarnya daya dari alat elektronik, artinya makin kecil kebutuhan daya dari suatu alat elektronik dengan tidak mengurangi fungsi maka dapat dikatakan bahwa alat tersebut adalah alat elektronik yang hemat energi.
- Kedua, adalah disain rumah hemat energi, yaitu menata tata ruang dan pemakaian material bangunan dan beberapa hal lainnya terkait dengan disain arsitektur, sehngga dapat mengoptimalkan sirkulasi udara atau bahkan mengatur intensitaspencahayaan.

Pada kasus rumah nomor 3 (76m2 dengan dengan besarnya konsumsi 6232 w/hr) dan

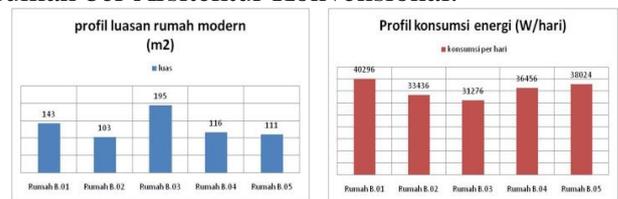
rumah nomor 5 (83m2 dengan besarnya konsumsi 3578 w/hr). Langkah yang dapat di rekomendasikan lagi adalah tata cara kedua, yaitu aspek disain rumah hemat energi.

Rekomendasi guna mencapai tujuan effisiensi energi dari kedua rumah tersebut adalah :

- Aspek pemakaian kipas angin, diantaranya dapat ditinjau ulang/redisain dari perletakan pelubangan dinding ruangan, sehingga sirkulasi udara dapat masuk (luas bukaan minim 30% dari luas lantai, ataupun menciptakan kualitas udara masuk yang dingin, yaitu memperbanyak tanaman disekitar rumah.
- Aspek penerangan, dapat ditinjau ulang/redisain tataruang, dimana setiap ruang diusahakan /memiliki pelubangan dinding yang cukup (minim 30% dari luas dinding)

3). Luasan bangunan, profil perilaku dan konsumsi energi listrik pada rumah berasitektur Modern.

Bagaimana hubungan antara luasan lantai rumah tinggal ber arsitektur Modern dengan tingkat konsumsi energi listriknya? Dengan mencermati gambar 10 dibawah ini, hubungan antara luas ruangan dengan konsumsi energi pada bangunan ber arsitektur Modern ini pula tidaklah selalu signifikan. Walau diasumsikan bahwa tiap penambahan ruangan maka konsumsi energi listrik dari keberadaan alat elektronik juga akan bertambah, namun dari pengamatan terhadap type rumah Modern ini, ternyata hal tersebut juga tidak benar. Hal ini juga telah dikaji pada konsumsi energi di rumah ber Arsitektur Konvensional.



Gambar 10:

Profil luasan rumah konvensional (atas) dan besaran konsumsi daya listrik tiap harinya dalam watt (bawah)

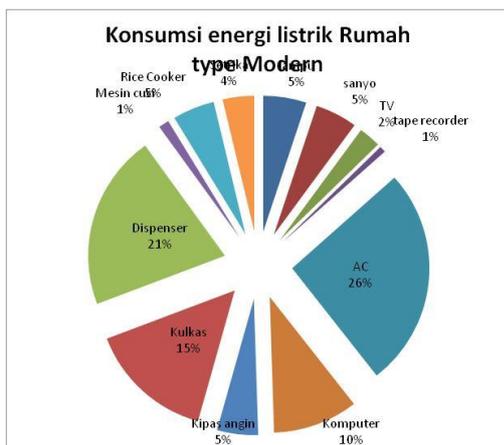
Untuk menyakinkan kebenaran akan hal tersebut pada rumah ber Arsitektur Modern ini, dari grafik tersebut kita bisa amati pada kasus

rumah nomor 3 dengan luasan 193 m² dan rumah nomor 5 dengan luasan 111 m². Sejauhmana atau perilaku penghuni yang bagaimanakah yang menyebabkan peningkatan/perubahan tingkat konsumsi energi listrik ini ?

Tabel 03: Audit energi pada rumah ber Arsitektur Modern no-01

nama ruang	luas	alat elektronik	jumlah	lama pakai	daya (watt)	jumlah
teras	12	lampu	2	12	11	264
carport	20	lampu	2	12	11	264
		sanyo	1	4	250	1000
jalan/pagar		lampu	2	12	11	264
ruang tamu	9	lampu	1	6	11	66
ruang keluarga	15	lampu	2	6	11	132
		TV	1	8	75	600
		tape recorder	1	4	75	300
		AC	1	6	350	2100
ruang tidur 1	12	komputer	1	4	450	1800
		lampu	2	10	11	220
		AC	2	6	350	4200
		komputer/tape	1	5	450	2250
ruang tidur 2	12	lampu	2	6	11	132
ruang tidur 3	9	lampu	2	6	11	132
		kipas angin	2	10	75	1500
		AC	2	6	350	4200
ruang makan	12	lampu	3	4	11	132
		kulkas	1	24	250	6000
		dispenser	1	24	350	8400
		TV	1	6	75	450
dapur	16	lampu	2	6	11	132
		mesin cuci	1	2	250	500
		rice cooker	1	4	500	2000
kamar mandi	16	lampu	2	4	11	88
		sanyo	1	4	250	1000
gudang	4	lampu	1	8	11	88
ruang pembantu	6	lampu	1	12	11	132
		setrika	1	3	500	1500
		kipas angin	1	6	75	450
					jumlah	40296
					sebulan	30
					harga listrik	Rp 1,475.00
	143				biaya langganan	Rp 1,783,098.00

Audit energi dilakukan juga pada ke lima obyek pengamatan rumah ber Arsitektur Modern ini. Sebagai sample kita dapat amati secara detail pada rumah nomor 01 seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11: Prosentase pengelompokan konsumsi listrik rumah ber Arsitektur Modern

Sangat beragamnya jenis ruang yang tersedia yang mewadahi setiap aktifitas dalam

rumah tinggal, maka dapat kita perhatikan konsumsi energi ditiap ruangan tersebut. Setelah didapatkan total kebutuhan energi pada rumah tersebut, tahap berikutnya kita bisa menghitung besarnya biaya energi listrik (Rp/kWh) yang harus dikeluarkan dengan cara mengalikan Rp. 1475,-/Kwh untuk rumah yang memiliki daya diatas 900Kwh- 1200 Kwh (tingkat biaya per kWh berdasarkan type rumah/bangunan, yang dikeluarkan pihak PLN).

Rekapitulasi rata-rata konsumsi energi listrik dari kelima obyek rumah modern ini setiap harinya mencapai 35.800 Watt/hari, dimana terdapat berbagai ragam pemakaian alat elektronik rumah tangga didalamnya. Dalam pembacaan konsumsi energi bangunan menurut Audit Energi ISO 50001, akan dibaca dalam rentang setahun (kWh/tahun), maka konsumsi energi bangunan rumah tinggal type ini mencapai 13.067 kWh/tahun. Dimana besaran biaya untuk pemakaian energi listrik tiap bulannya sebesar Rp. 1.580.000,-/bulan. Kondisi besaran ini, hampir mencapai 10 x lebih besar dari biaya pengeluaran energi listrik pada rumah model konvensional. Sebagai catatan, bahwa konsumsi bukan hanya disebabkan oleh besaran luasan rumah ataupun model arsitektur rumahnya, tapidisebabkan juga oleh perilaku penggunaan energi/budaya dari penghuninya.

Tabel 04: Profil pengelompokan kegiatan konsumsi energi listrik dalam rumah Modern antara obyek no. 3 (kiri) dan obyek no.5 (kanan)

Alat Elektronik	Rumah no.3 (195 m ²)		Rumah no.5 (111 m ²)	
	(W/hr)	Prosentase	(W/hr)	Prosentase
lampu	2926	9%	2024	5%
sanyo	1000	3%	1000	3%
TV	2100	7%	600	2%
tape recorder	200	1%	200	1%
komputer	3600	12%	1800	5%
AC	11200	36%	2800	7%
kulkas	6000	19%	6000	16%
rice cooker	2000	6%	2000	5%
mesin cuci	750	2%	250	1%
setrika	1500	5%	500	1%
dispenser			16800	44%
kipas angin			4050	11%
jumlah	31276	100%	38024	100%

Detail dari konsumsi energi listrik bagi penghuni pada rumah ber-Arsitektur Modern ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini,

dimana 3 urutan terbesar pemakaian konsumsi energi listrik ada pada kegiatan :

- Pemakaian AC sebesar 26%
- Pemakaian dispenser sebesar 21%
- Pemakaian untuk lemari pendingin/ kulkas sebesar 15%

Hal ini bisa kita simak pada diagram dibawah ini, yaitu diagram dari audit konsumsi energi antara rumah ke-3 dan rumah ke 5.

Mencermati kedua grafik tersebut, antara intensitas konsumsi rumah-03 dengan luasan 195m² dan rumah-05 dengan luasan 111m², dapat diketahui bahwa konsumsi energi terbanyak dari rumah no.3 secara lima berturut turut adalah pemakaian AC (36%), pemakaian lemari pendingin/kulkas (19%), pemakaian computer (12%), lampu (9%) dan melihat TV (7%). Sedangkan konsumsi energi terbanyak dari rumah no.5 secara berturut turut adalah pemakaian dispenser (44%), penggunaan kulkas (16%), pemakaian Kipas angin (11%), Pemakaian lampu (5%) dan pemakaian rice cooker (5%).

Walau beda luasan rumah berbeda jauh (195m² dan 111m²), yang menyolok perbedaan kenaikan intensitas pemakaian listrik pada rumah nomor 5 (rumah dengan luasan lebih kecil dari no.3) ada pada penggunaan dispenser (16800 w/hr) dan pemakaian lemari pendingin (6000 w/hr).

Effisiensi energi yang dapat direkomendasikan ada dua cara :

- Pertama, mencari/meminimalisir besarnya daya dari alat elektronik, artinya makin kecil kebutuhan daya dari suatu alat elektronik dengan tidak mengurangi fungsi utamanya. Effisiensi energi dengan cara demikian dapat dikatakan cara aktif, yaitu dengan cara mendisain peralatan elektronik yang hemat energi. Alat-alat elektronik yang terkait pada rumah no.5 ini diantaranya adalah dispenser, kipas angin, kulkas, ac, computer dan lampu
- Kedua, adalah suatu langkah disain pasif atau disain rumah hemat energi. Tahapan ini dapat dilakukan dengan cara menata ulang tata ruang, pilihan material bangunan, meminimalisir masuknya pancaran sinar matahari berlebihan masuk kedalam rumah dan beberapa hal lainnya terkait dengan disain arsitektur. Pada

prinsipnya dengan cara mengoptimalkan sirkulasi udara dan mengatur kuantitas dan intensitas pencahayaan.

Rekomendasi guna mencapai tujuan efisiensi energi dari cara pertama, yaitu bijak penggunaan alat elektronik adalah :

- Terkait aspek pemakaian dispenser. Kiranya perlu dikaji kembali tingkat urgen dan fungsional alat tersebut, karena alat ini memiliki daya yang cukup besar (350 W/h) dengan pemakaian 24 jam. Apakah perlu di pakai non stop? Atau dapat di on-off kan? Atau lebih irit dengan memasak air di kompor gas dan menggunakan air dari kulkas. Dalam prakteknya justru fenomena sekarang penggunaan dispenser untuk skala rumah tinggal sudah jarang digunakan atau tidak difungsikan lagi.
- Aspek pemakaian lemari pendingin. Hal ini sedikit lebih sulit bilamana kita harus mencari kulkas yang dengan daya kurang dari 250 W/h. hal ini tentu terkait inovasi teknologi dari perangkat elektronik.

Sedangkan rekomendasi guna mencapai tujuan efisiensi energi dari cara kedua, yaitu redesign rumah hemat energi adalah :

- Aspek pendinginan ruangan/ pemakaian AC. Disamping perlu melihat besaran daya alat elektronik ini, kiranya beberapa langkah dapat dilakukan dengan cara mengatur jam pemakaian dan meninjau ulang penyebab panas dalam ruangnya.
- Aspek penerangan, dapat ditinjau ulang/redisain tataruang, dimana setiap ruang diusahakan /memiliki pelubangan dinding yang cukup (minim 30% dari luas dinding)

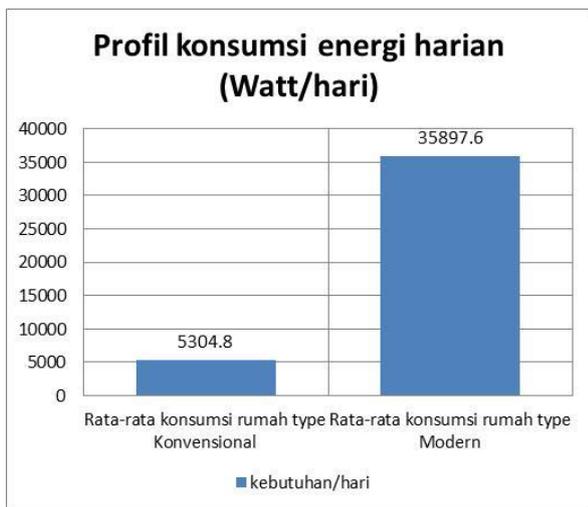
4). Komparasi kajian audit energi disain rumah ber Arsitektur Konvensional dan Modern.

Mencermati kedua kajian terkait aspek konsumsi energi dari kedua model rumah diatas. Beberapa hal yang perlu digarisbawahi adalah :

Besaran luasan ruangan dalam rumah tinggal tidaklah selalu signifikan terhadap tingkat kuantitas konsumsi energi listrik, baik pada rumah Konvensional ataupun Modern. Hal ini, lebih banyak dipengaruhi oleh pola

perilaku penghuni keseharian dan budaya sekitarnya. Dengan membatasi besaran daya listrik pada skala rumah tinggal akan memberi dampak positif dalam usaha mengoptimalkan/mengeefesiesikan pemakaian alat elektronik. Pada skala rumah modern, walau luasan ruangnya kecil, namun pemborosan pemakaian listrik sangat signifikan karena segala kebutuhan aktifitasnya diusahakan terfasilitasi dengan penyediaan/penggunaan alat elektronik, seperti pemborosan pemakaian AC di setiap ruangan, pemakaian dispenser dan lain-lain.

Audit energi dari kedua type rumah dan type perilaku penghuninya (walau luas bangunannya tidak beda jauh), ternyata berdampak sangat ekstrem biaya/kebutuhan energi listriknya, yaitu konsumsi energi pada ambience rumah modern lebih boros 10 x lipat dibanding ambience rumah konvensional.



Gambar 12:

Profil representasi rata-rata konsumsi energi listrik harian antara Rumah Konvensional dan Modern

Ragam konsumsi energi listrik terbesar dari disain rumah modern, 3 bentuk secara berturut-turut adalah : Pemakaian AC (26%), Pemakaian dispenser (21%) dan pemakaian Kulkas (15%). Sedangkan yang ada pada rumah konvensional adalah : Pemakaian Kipas Angin (31%), Setrika (24%) dan Sanyo (16%). Mencermati keduanya, ternyata kedua disain rumah ini sama-sama memiliki kesamaan pada masalah terjadinya peningkatan energi listrik karena terkait aspek pendinginan ruangan. Untuk itu kedua solusi mengefesiesi energi dapat ditempuh: pilihan perangkat elektronik

yang berdaya rendah dan redesain rumah hemat energi.

No urut	Alat Elektronik	RMH.KONVENSIONAL	
		(W/hr)	Prosentase
1	kipas angin	1950	31%
2	setrika	1500	24%
3	sanyo	1000	16%
4	lampu	682	11%
5	mesin cuci	500	8%
6	TV	400	6%
7	tape recorder	200	3%
jumlah		6232	100%
No urut	Alat Elektronik	RUMAH MODERN	
		(W/hr)	Prosentase
1	AC	11200	36%
2	kulkas	6000	19%
3	komputer	3600	12%
4	lampu	2926	9%
5	TV	2100	7%
6	rice cooker	2000	6%
7	setrika	1500	5%
8	sanyo	1000	3%
9	mesin cuci	750	2%
10	tape recorder	200	1%
jumlah		31276	100%

Gambar 13:

Perbandingan profil pengelompokan perilaku kegiatan konsumsi energi listrik berdasarkan urutan terbesar dalam rumah konvensional dan modern

5. KESIMPULAN

- Secara prinsip aplikasi rumah berkonsep compact house ditemukan pada kedua type rumah ini : Rumah ber-arsitektur Konvensional dan Modern.
- Perbedaannya hanya pada penekanan hirarki tuntutan persyaratan. Pada Rumah Tradisional yang compact, karena didominasi aspek ketersediaan jenis ruang, dimana banyak didapatkan suatu ruang yang digunakan beraram fungsi aktivitas. Sedangkan pada rumah modern, tuntutan terbentuknya disain compact karena teraplikasinya fungsi furnitur dan pilihan warna. Dimana banyak furnitur-furnitur yang berfungsi bukan sekedar untuk menyimpan barang.
- Makin banyak atau luas ruangan tidaklah signifikan dengan jumlah konsumsi energy listrik dalam suatu

rumah. Artinya factor luasan rumah tidak selalu paralel dengan besarnya energy yang dibutuhkan, karena adanya aspek perilaku, budaya, lokasi peruntukan rumah dan status penghuni.

- Rumah dengan lingkungan masih alamiah/ perkampungan, akan membutuhkan energy listrik yang lebih kecil dibanding lingkungan perkotaan yang modern, walau luasan rumahnya setara. Perbandingan besaran konsumsinya adalah 1: 7
- Aspek pendingin ruangan merupakan alasan dibutuhkan energy listrik dari kedua type rumah ini. Kebutuhan AC pada rumah modern mencapai 36% dan Kipas angin mencapai 31%.
- Solusi aktif dari efisiensi energy untuk kedua type ini adalah didapatkannya atau dipergunakannya pilihan alat elektronik yang memiliki daya lebih kecil. Sedangkan solusi pasif adalah tepat dalam mendisain rumah ramah terhadap lingkungannya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Economist, T. (2009). *Small Homes Very Little House in The Prairie*. NY: The Economist.
- ESDM. (2015). *Audit Energi Iso 50001*. Jakarta: ESDM.
- Faunillan, F. &. (2015). *Compact Living: Maximizing Your Limited House Space*. Mendon: Mendon Cottage Books.
- Femina. (2015). *Femina Group. (2015, Desember 27). Home Interior: Compact House. Femina*. Jakarta: Femina Group.
- Jaya, B. (2015, September 15). Hunian Minimalis Modern Khas Jepang. *Info Properti-Kompas*, p. 9.
- jutaku, K. (2008, maret 29). *Tokyo Reporter Staff*. Retrieved maret 3, 2016, from Kyosho jutaku: Living large in small spaces: Tokyo Reporter Staff. (2008, Maret 29). Kyosho jutaku: Living large in small spaces. Retrieved Maret 23, 2016, from Tokyo Reporter: <http://www.tokyoreporter.com/2008/03/29/kyosho-jutaku-living-large-in-small-spaces/>
- Kamal, I. (2012). *House Series: Compact House*. Jakarta: Imaji Media Pustaka.
- Karyono, T. H. (2010). *Grteen Arsitekture- Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Life, T. T. (2015, - -). *What Is The Tiny House Movement?* Retrieved April 3, 2016, from The Tiny Life: www.thetinylife.com/what-is-the-tiny-house-movement/
- Pascalina, & Prianto, E. (2016). *Kajian Compact House pada rumah-rumah di Semarang*. Semarang: JAFT Undip (laporan seminar-tidak dipublikasikan).
- Prianto, E. (2007). Rumah Tropis Hemat Energi bentuk kep[erdulian Global Warming. *Jurnal RIPTEK - Pemkot Semarang vol.1 no.1, I(1)*, 1-10.
- Rowan, G. (2013). *Compact Houses: 50 Creative Floor Plans for Well-Designed Small Homes*. Nord Adams: Storey Publishing.
- Satwiko, P. (2005). *Arsitektur Sadar Energi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.