

# PENGARUH DESAIN BUKAAN PADA SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP EFISIENSI ENERGI PADA RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA

Ilman Basthian S.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti, Jakarta

\*e-mailpenulis: [ilmanbs@gmail.com](mailto:ilmanbs@gmail.com)

## ABSTRAK

Kepadatan penduduk yang tinggi merupakan satu kondisi yang kerap dijumpai di wilayah perkotaan. Tingginya jumlah penduduk dihadapkan dengan ketersediaan lahan yang terbatas, ditambah lagi harga tanah yang kian meroket. Upaya pembangunan rumah susun sederhana sewa dalam beberapa dekade terakhir telah dilaksanakan untuk memenuhi kebutuhan perumahan yang terjangkau terutama bagi kategori Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR). Rusunawa memiliki tuntutan yang tinggi terhadap efisiensi energi, dengan tetap memperhatikan kelayakan dan kenyamanan termal. Namun kenyataannya, rata-rata pada hampir setiap unit rusunawa menggunakan minimal 1 unit *Air Conditioning (AC)* yang selalu menyala hampir setiap saat (24 jam) untuk mencapai kenyamanan termal ruang dalam unit mereka. Kondisi seperti ini cukup jauh dari harapan efisiensi energi dan justru cenderung pada pemborosan. Dengan menggunakan metode studi pustaka terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya, ditemukan indikasi bahwa selubung bangunan berkaitan erat dengan efisiensi energi. Sehubungan dengan hal tersebut, tulisan ini secara lebih spesifik bermaksud menemukan pola hubungan antara desain bukaan pada selubung bangunan dan efisiensi energi pada rusunawa, dan bagaimana mengarahkan faktor-faktor tersebut menuju peningkatan efisiensi energi pada rusunawa. Manfaat yang ingin dicapai melalui tulisan ini secara konseptual adalah melengkapi teori bangunan efisien energi, secara spesifik dalam hal desain bukaan pada selubung bangunan, dalam konteks pada bangunan dengan fungsi hunian rusunawa. Adapun secara praktis, tulisan ini bermaksud menyajikan rekomendasi ilmiah sebagai strategi yang dapat digunakan oleh para *stakeholder* pembangun dan pengelola rusunawa dalam rangka keberlanjutan penyelenggaraan hunian rusunawa melalui pendekatan efisiensi energi pada bangunan.

Kata Kunci: Desain Bukaan, Efisiensi Energi, Rumah Susun Sederhana Sewa.

## ABSTRACT

*High density population is a condition that is often found in urban areas. The high number of population faced with the limited availability of land, plus the skyrocketing of land value. Constructions of Social Housing in recent decades have been delivered to meet the housing backlogs, especially for the category of Low-Income People. Social Housing has a high demand for energy efficiency, with regard to feasibility and thermal comfort. But in fact, almost in every unit of social housing uses at least 1 unit of Air Conditioning which are always on almost all day long (24 hours) to achieve thermal comfort in their unit. These condition are quite far from the expectations of energy efficiency and tends to improvident. By using the method of literature study of the results of previous studies, there were indications that the building envelope is closely related to energy efficiency. In connection with this, this paper more specifically intended to find the pattern of the relationship between the design of the openings in the building envelope and energy efficiency in social housing, and how to direct these factors towards increasing energy efficiency in social housing. The benefits to be achieved through this paper is conceptually to completing the theory energy efficient oh the buildings, specifically in terms of the design of the openings in the building envelope, in the context of the building with residential function rusunawa. As a practical sense, this paper intends to present a scientific recommendation as a strategy that can be used by stakeholders*

*builders and managers of social housing in the framework of the implementation of social housing sustainability through energy efficiency in buildings.* Keywords: Energy Efficiency, Opening Design, Social Housing.

## **PENDAHULUAN**

Rumah susun sederhana sewa (rusunawa) merupakan bangunan dengan fungsi hunian yang dirancang agar terjangkau untuk Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR). Golongan masyarakat ini dianggap rentan secara ekonomi sehingga memerlukan dukungan lebih dari pemerintah dalam hal pemenuhan kebutuhan pokok, dalam hal ini penyediaan papan atau tempat tinggal yang layak.

Salah satu segi yang akan dihadapi saat menghuni tempat tinggal, baik *landed housing* maupun *vertical housing* adalah bagaimana desain rumah tinggal terpakai dalam mengoperasikan kegiatan sehari-hari di dalam rumah, yang tak lepas dari penggunaan energi listrik, air, cahaya, panas, dsb. Kaca jendela yang berperan meneruskan sinar matahari ke dalam ruang, dibantu sistem penerangan lampu. Ventilasi yang berperan memasukkan aliran udara ke dalam ruang, dibantu sistem penghawaan Air Conditioner (AC). Yang pada akhirnya, operasional rumah tinggal akan bermuara di rupiah per bulan yang harus dikeluarkan.

Teori Engel menyatakan bahwa semakin rendah tingkat pendapatan maka persentase pengeluaran rumah tangga sebagian besarnya terfokus untuk memenuhi kebutuhan pangan. Dengan kata lain, persentase pengeluaran untuk konsumsi pangan akan jauh lebih tinggi daripada pengeluaran non pangan (pakaian, tempat tinggal, dsb). Berdasarkan teori klasik ini, maka dinilai sangat penting bagi rumah tangga MBR untuk menempati hunian yang efisien dalam pemanfaatan energi, dengan tetap memperhatikan kelayakan dan kenyamanan termal. Hemat dalam biaya operasional namun tetap optimal dan berkelanjutan dalam pelayanan energi.

MBR penghuni rusunawa sering mengeluhkan desain ruangan yang terasa panas akibat kurang penghawaan alami sehingga membutuhkan energi listrik untuk menjalankan kipas angin atau AC. Kondisi pendinginan ini dinamakan pendinginan aktif yang lebih bersifat mekanistik (Allen, 2005). Kondisi-kondisi demikian perlu diperhatikan dan diarahkan pada efisiensi energi dengan lebih memanfaatkan pendinginan pasif dalam bentuk bukaan yang optimal guna mendukung strategi hemat energi listrik untuk operasional bangunan.

Kondisi saat ini pada rusunawa di Jakarta, rata-rata hampir setiap unit menggunakan minimal 1 unit AC yang selalu menyala hampir setiap saat (24 jam) untuk mencapai kenyamanan termal ruang dalam mereka. Dikarenakan daya listrik unit AC relatif paling besar dibanding peralatan elektronik lainnya, maka akan cukup signifikan menambah pengeluaran listrik rumah tangga. Dari kondisi demikian, timbul pertanyaan peneliti apakah ketidaknyamanan termal penghuni rusunawa tersebut terjadi akibat desain bukaan yang kurang tepat. Kemudian desain bukaan seperti apa yang lebih efisien dalam penggunaan energi, sehingga mampu menekan biaya operasional rumah tangga.

Penulisan ini bertujuan untuk menemukan pola hubungan antara desain bukaan pada selubung bangunan dan efisiensi energi pada rusunawa, dan bagaimana mengarahkan faktor-faktor tersebut menuju peningkatan efisiensi energi pada rusunawa.

Secara konseptual manfaat yang ingin dicapai dari penulisan ini ialah melengkapi teori bangunan hemat/ efisien energi, secara spesifik dalam hal menemukan hubungan antara desain bukaan pada selubung bangunan dengan efisiensi energi, dalam konteks

pada bangunan dengan fungsi hunian rusunawa. Secara praktis manfaat penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Menyajikan rekomendasi ilmiah sebagai strategi yang dapat digunakan oleh para pemangku kebijakan, *stakeholder* pembangun dan pengelola rusunawa dalam rangka keberlanjutan penyelenggaraan hunian rusunawa melalui pendekatan efisiensi energi pada bangunan.
2. Menumbuhkembangkan pemahaman penyediaan rusunawa yang aman, nyaman dan berkelanjutan di lingkungan masyarakat.

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan perkembangan topik terkait hal yang ingin dicari tahu oleh penulis adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi energi selain berpengaruh pada pengurangan konsumsi energi, juga berpengaruh pada pengurangan pengeluaran operasional penghuni. Efisiensi energi sangat potensial dilakukan di negara berkembang, dan sangat dipengaruhi oleh faktor pasar dan kebijakan publik (Bodach, 2010). Penelitian ini dilakukan di Brazil, yang dianggap mewakili karakteristik negara-negara berkembang.
2. Penggunaan panel listrik matahari sebagai sumber energi alternatif berpengaruh pada peningkatan efisiensi energi pada rumah susun (Prasetyo, 2012). Potensi cahaya matahari yang cukup besar, terutama pada daerah-daerah terdekat dengan *equator* menjadi pendorong dilakukannya penelitian yang berlokasi di Kalimantan Timur.
3. Rancangan orientasi, bukaan, material fasad, atap-hijau, berpengaruh pada peningkatan efisiensi energi pada rumah susun (Rauf, 2013). Penelitian ini dilakukan di salah satu kota besar dengan perkembangan aktivitas yang cukup pesat yaitu Kota Manado, Sulawesi Utara.
4. Tingginya keinginan para penghuni untuk membayar penghematan energi yang mungkin dapat dilakukan pada bangunan hunian mereka sebagai faktor pendorong efisiensi energi pada rumah susun (Banfi, 2008). Penelitian ini dilakukan di sebuah negara dimana efisiensi menjadi prioritas, yaitu Swiss.

Selanjutnya, pokok penelitian yang ingin dikembangkan oleh penulis adalah ke arah menemukan desain bukaan pada selubung bangunan yang optimal terhadap efisiensi energi melalui pendinginan pasif pada bangunan rusunawa.

## **METODOLOGI PENULISAN**

Penulisan karya ilmiah ini ialah melalui studi literatur/pustaka. Langkah yang dilakukan ialah mencermati (analisa), mengenali dan membahas topik secara teoritik, konseptual dan menemukan berbagai variabel dengan hubungannya, serta hasil-hasil penulisan terdahulu. Kesemuanya ini merupakan bahan yang sangat penting dalam kegiatan penulisan karya ilmiah. Bahan bacaan sebagai referensi dijadikan landasan yang kokoh dalam melakukan kegiatan penulisan karya ilmiah ini (Zed, 2008).

Menurut Suharsimi Arikunto (Suharismi, 2003), studi literatur/ pustaka akan memperoleh beberapa manfaat secara konstruktif, antara lain:

Akan diketahui dengan pasti apakah permasalahan yang dipilih untuk dipecahkan melalui penulisan betul-betul belum pernah diteliti oleh orang yang terdahulu. Agar ada semacam langkah antisipasi, apa yang dilakukan bukan sekedar meneliti tanpa arti.

1. Dengan mengadakan kajian literatur, dapat diketahui masalah-masalah lain yang mungkin ternyata lebih menarik dibandingkan dengan masalah yang telah dipilih terdahulu.
2. Mengetahui banyak hal yang tercantum di dalam literatur merupakan yang terpenting bagi pelaksanaan penulisan. Dalam tonggak-tonggak tertentu dari langkah penelitian, diharuskan untuk mengacu pada pengetahuan, dalil, konsep, atau ketentuan yang sudah ada.
3. Sehubungan dengan manfaat nomor 3, yakni keharusan mengacu pada pengetahuan, dalil, konsep, atau ketentuan yang sudah ada, maka kedudukan penulis sebagai ilmuwan menjadi mantap, kokoh, tegar, karena penelitian tersebut dilakukan sesuai dengan aturan-aturan akademik yang berlaku. Karena menurut Arikunto sendiri, penulisan merupakan kegiatan akademik. Penulis adalah ilmuwan, jadi harus bersifat terbuka dan bertanggung jawab atas apa yang di lakukan.

Hasil akhir yang ingin dicapai melalui tulisan ini adalah sebuah rumusan konseptual mengenai bagaimana desain bukaan pada selubung bangunan yang optimal terhadap efisiensi energi melalui pendinginan pasif pada bangunan rusunawa.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **RUMAH SUSUN SEDERHANA SEWA DAN PENGHUNINYA**

Pengertian rumah susun sederhana sewa, yang selanjutnya disebut rusunawa berdasarkan Peraturan Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Rumah Susun Sederhana sewa yaitu bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal maupun vertikal dan merupakan satuan-satuan yang masing-masing digunakan secara terpisah, status penguasaannya sewa serta dibangun dengan menggunakan dana Anggaran Pendapatan dan Belanja Pemerintah dengan fungsi utamanya sebagai hunian. Dikarenakan pengelolaan rusunawa ialah menggunakan dana bersumber dari Anggaran Pemerintah, sehingga faktor efisiensi disini menjadi penting.

Berdasarkan Permenpera No. 27 Tahun 2012 dan Permenpera No. 28 Tahun 2012 disebutkan bahwa yang dimaksud dengan MBR adalah masyarakat yang memiliki penghasilan s/d Rp. 3.500.000,- dan s/d Rp. 5.500.000,- per bulan.

### **DESAIN YANG BERKESADARAN ENERGI**

Energi kini menjadi salah satu faktor penting dalam pembangunan baik skala nasional maupun global (Snyder, 1979). Perkembangan arsitektur kini lebih merespon faktor lingkungan, sehingga muncullah istilah "Energy-Conserving Design" atau "Energy-Conscious Design", yang memiliki gagasan utama untuk lebih mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan energi fosil yang mulai mengalami krisis.

Arsitek dituntut menguasai secara teknis kondisi iklim site, kenyamanan termal, penambahan dan pengurangan panas, sistem energi inovatif dan alternatif, serta ekonomi bangunan yang akan menjadi basis pengembangan penerapan estetika yang baru pada desain yang lebih berkesadaran energi. Dalam praktik, konsep ini lebih kearah proses desain kuantitatif, dengan indikator variabel jumlah konsumsi energi per meter persegi per tahun.

Beberapa aspek mengenai Energi, Arsitektur, dan Bangunan :

1. Energi merupakan sumber daya, dengan nilai ekonomis tertentu. Penggunaan energi dalam jumlah besar akan berpengaruh pada tingginya biaya operasional bangunan, dan linier dengan perbesaran faktor gangguan/ kerusakan lingkungan. Oleh karena itu

- arsitek maupun pengguna bangunan perlu cermat dan bijak dalam menentukan level penggunaan energi tersebut dan upaya-upaya peningkatan efisiensi dan efektivitas.
2. Secara ideal, performansi bangunan adalah tercapainya kenyamanan termal pengguna, yaitu persepsi keseimbangan termal metabolisme dalam tubuh manusia dengan termal suhu udara lingkungan.
  3. Iklim site adalah faktor kontekstual yang perlu diselidiki dalam memulai sebuah perancangan lingkungan binaan berkesadaran energi. Tiap belahan bumi memiliki karakteristik khusus dalam iklim yang harus direspon secara tepat berkaitan dengan suhu udara, radiasi matahari, angin, kelembaban udara, dan curah hujan.
  4. Selubung bangunan yang berfungsi sebagai pemisah antara ruang aktifitas manusia dengan cuaca di luar bangunan kini bila dikaitkan dengan konsep alamiah organik maka diisitilahkan sebagai “membran” yang lebih bersifat dinamis dan merespon karakteristik manusia sebagai makhluk hidup (organisme).

### STANDAR EFISIENSI ENERGI

Terminologi efisiensi energi yang diangkat dalam tulisan ini ialah merujuk pada beberapa Pedoman Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik yang telah disusun oleh pemerintah yaitu pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Tahun 2012.

Tabel 1. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Bangunan Gedung ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (50 – 95) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Desain gedung sesuai standartatacara perencanaan tekniskonservasi energi b) Pengoperasian peralatanenergi dilakukan dengan prinsip-prinsipmanajemen energi
Efisien (95 – 145) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Pemeliharaan gedung danperalatan energi dilakukan sesuai prosedur b) Efisiensi penggunaan energimasih mungkin ditingkatkanmelalui penerapan sistemmanajemen energi terpadu
Cukup Efisien (95 – 145) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Penggunaan energi cukupefisien melalui pemeliharaanbangunan dan peralatan energimasih memungkinkan b) Pengoperasian danpemeliharaan gedung belummempertimbangkan prinsip konservasi energi
Agak Boros (145 – 175) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Audit energi perludipertimbangkan untukmenentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan b) Desain bangunan maupunpemeliharaan dan pengoperasiangedung belum mempertimbangkan konservasienergi
Boros (175 – 285) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Audit energi perludipertimbangkan untukmenentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosanenergi dapat dihindari b) Instalasi peralatan dan desainpengoperasian dan pemeliharaantidak mengacu padapenghematan energi
Sangat Boros (285 – 450) kWh/m <sup>2</sup> /Tahun	a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi /peralatan energiserta penerapan menejemenenergi dalam pengelolaan bangunan b) Audit energi adalah langkahawal yang perlu dilakukan

## HASIL STUDI

### TELAAH KONDISI SOSIAL EKONOMI PENGHUNI RUSUNAWA DAN POTENSI EFISIENSI ENERGI

Rusunawa ialah hunian vertikal di perkotaan yang dibangun umumnya dari Anggaran Pemerintah, diperuntukkan secara prioritas bagi MBR yang penghasilannya terbatas. Dan lagi, penghasilan mereka menurut Teori Konsumsi Engel masih terfokus pada pemenuhan kebutuhan pangan, sehingga untuk kebutuhan non pangan (pakaian, tempat tinggal, dsb) masih perlu dukungan. Oleh karena itu, untuk kebutuhan tempat tinggal pemerintah dalam hal ini mencoba untuk membantu dengan memfasilitasi rumah sewa bersubsidi dalam bentuk rusunawa.

MBR dengan penghasilan sebagaimana tersebut di atas yang tinggal di perkotaan Indonesia pada umumnya tidak memiliki tingkat pendidikan yang cukup dalam hal pengetahuan mengenai desain dan efisiensi energi pada rumah tinggal. Sehingga solusi-solusi atas permasalahan termal dalam ruang hunian yang terpikirkan adalah terbatas pada yang lebih bersifat praktis dan telah menjadi tren di masyarakat perkotaan.

Dalam bangunan rusunawa, tuntutan akan bangunan efisien energi meliputi aspek pelaksanaan pembangunan hingga operasionalnya. Dalam operasional bangunan penggunaan listrik menjadi tolok ukur utama tentang pemakaian energi, meskipun terdapat juga pemakaian energi lainnya seperti bahan bakar minyak dan gas. Pemakaian listrik digunakan untuk menjalankan sistem penerangan (lampu), penghawaan (AC, kipas angin), dan peralatan lainnya (lemari es, *sound system*, televisi, teknologi informasi, dll).

Kondisi saat ini pada rusunawa di perkotaan, rata-rata hampir setiap unit menggunakan minimal 1 unit AC yang selalu menyala hampir setiap saat (24 jam) untuk mencapai kenyamanan termal ruang dalam mereka. Kondisi ini terjadi karena setiap unit mempunyai selubung bangunan yang berbatasan langsung dengan radiasi matahari. Penghasil panas (*heat gain*) terbanyak pada unit lantai atas disebabkan oleh elemen atap, sedangkan untuk unit tepi disebabkan oleh dinding tepi yang mendapatkan radiasi matahari langsung. Demikian juga untuk dinding muka bangunan yang mendapatkan radiasi langsung, akan meningkatkan suhu udara di dalam ruangan (Mufidah, 2004).

Pemakaian listrik yang cukup dominan dalam rumah tangga di antaranya digunakan untuk menjalankan sistem penghawaan (AC). Saat ini, untuk rumah tangga dengan daya listrik terendah (1.300 VA) tarif tenaga listrik Rp 1.392,12 per kWh, pemakaian AC terkecil (1/2 PK) minimal sebanyak 1 (satu) unit yang kurang lebih memakan daya listrik 320 V, dioperasikan terus menerus (24 jam sehari) apabila dihitung per bulan dapat mencapai Rp 320.000,- hanya untuk pengoperasian AC. Oleh karena itu, efisiensi penggunaan AC akan membantu MBR untuk mengutamakan kebutuhan yang lebih pokok.

Dari sebuah survey sederhana, rata-rata pembayaran listrik penghuni rusunawa yang menggunakan AC adalah sampai dengan Rp 350.000 per bulan, atau setara dengan jumlah 255 kWh atau 3.060 kWh per tahun. Jika luas unit rusun yang dimaksud adalah 21 m<sup>2</sup>, maka konsumsi listrik adalah 145,71 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Berdasarkan Pedoman Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik sebagaimana disampaikan pada tinjauan pustaka, angka tersebut sudah termasuk pada kriteria "Agak Boros" untuk gedung ber-AC.

### KONSEP EFISIENSI ENERGI KENYAMANAN TERMAL PADA IKLIM TROPIS

Kenyamanan termal dapat dipersepsi oleh manusia apabila tercapai keseimbangan kinerja antara penghasil panas (*heat gain*) dan penghilang panas (*heat loss*) (Allen, 2005). Bangunan pada kondisi iklim tropis memiliki kecenderungan kelebihan panas dikarenakan panas dari lingkungan sekitar, panas ruang dalam bangunan, dan panas

tubuh manusia sendiri. Karena itu, konsep kenyamanan termal pada bangunan tropis ialah mengurangi efek penghasil panas, dan meningkatkan kinerja penghilang panas.

Upaya untuk menghilangkan panas dapat dibagi 2 (dua):

1. Pendinginan aktif (*active cooling*)

Melalui penggunaan Air Conditioning (AC), bersifat mekanistik, tidak memerlukan banyak pertimbangan dalam desain bukaan, namun memerlukan daya listrik yang tinggi, terlebih lagi penggunaan dalam waktu yang cukup lama akan terjadi peningkatan konsumsi energi listrik yang cukup signifikan.

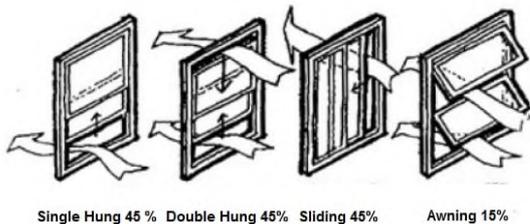
2. Pendinginan pasif (*passive cooling*)

Memerlukan pertimbangan desain khusus pada bukaan bangunan, namun berpotensi meminimalisasi penggunaan energi listrik, dengan mengoptimalkan pemanfaatan penghawaan alami yang lebih ramah lingkungan. Sehingga pendekatan penghawaan ini banyak dikembangkan dalam rangka upaya mencapai kenyamanan termal yang efisien energi.

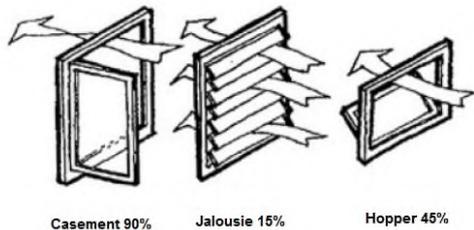
**FAKTOR-FAKTOR SELUBUNG BANGUNAN YANG MEMPENGARUHI EFISIENSI ENERGI**

Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi energi khususnya yang berkaitan dengan penghawaan dibagi menjadi 2 kelompok (Latifah, 2015), yaitu yang berada di luar bangunan dan yang berada di dalam bangunan. Faktor luar bangunan mencakup orientasi dan bentuk bangunan, dimensi dan proporsi bangunan, kemiringan atap bangunan, konfigurasi kelompok bangunan, dan kondisi lingkungan. Sedangkan faktor dalam bangunan mencakup ialah sebagai berikut :

1. Orientasi bukaan,
2. Lokasi bukaan,
3. Dimensi dan rasio luas bukaan,
4. Tipe bukaan, pengarah bukaan, dan



Single Hung 45 % Double Hung 45% Sliding 45% Awning 15%



Casement 90% Jalousie 15% Hopper 45%

Gambar 1. Tipe jendela dan persentase angin mengalir melaluinya  
Sumber: Environmental Control System, Moore: 193



Gambar 2. Perbedaan dimensi inlet dan outlet mempengaruhi kecepatan udara dalam bangunan  
Sumber: Mediastika: 11

Beberapa faktor yang desain bukaan yang berpengaruh pada efisiensi energi di antaranya :

1. Lokasi penempatan bukaan. Bukaan pada satu sisi bangunan memiliki potensi pendinginan yang lebih kecil dibanding bukaan yang diletakkan pada dua sisi bangunan. Hal ini berkaitan dengan faktor penghawaan alami yang digerakkan oleh

angin dan oleh buoyancy (daya angkat/ aliran udara dari tekanan tinggi ke rendah) (Allocca, 2003).

2. Luas Area Bukaannya. Luas bukaan berpengaruh pada kapasitas pencahayaan dan penghawaan alami. Potensi penghematan energi yang hendak dicapai bergantung pada konsep perbandingan luas area bukaan dan ukuran ruang yang ideal (Ghisi, 2005).
3. Konstruksi dan teknologi bukaan. Beberapa alternatif konstruksi dan teknologi bukaan dalam upaya efisiensi energi di antaranya teknologi insulasi, *double skin*, dsb. (Sadineni, 2011).

Berdasarkan paparan hasil studi di atas dapat diinterpretasikan bahwa, desain bukaan yang dapat diterapkan pada selubung bangunan agar optimal terhadap efisiensi energi melalui pendinginan pasif pada bangunan rusunawa ialah dengan kriteria sebagai berikut:

1. Orientasi bukaan menhadap arah mata angin yang tidak berhadapan langsung dengan garis edar matahari;
2. Penempatan bukaan pada sisi-sisi bangunan yang memungkinkan terjadinya ventilasi silang;
3. Dimensi dan rasio luas bukaan yang ideal dapat memungkinkan terciptanya aliran udara alami yang optimal. Rasio dimensi antara *inlet* dan *outlet* akan mempengaruhi proses pergerakan udara;
4. Tipe bukaan/ desain pengarah bukaan yang mempermudah masuknya aliran udara ke dalam ruang; dan

### **RUMUSAN KONSEPTUAL**

1. Orientasi bukaan,

Orientasi bukaan pada timur-barat membuka peluang untuk lebih meningkatkan suhu pancaran sinar matahari, yang berakibat peningkatan suhu udara dalam ruang, sehingga lebih disarankan arah bukaan pada sisi utara-selatan untuk suhu dalam ruang yang lebih sesuai dengan standard kenyamanan termal.

2. Lokasi bukaan,

Lokasi bukaan yang terbatas (hanya pada satu sisi bangunan) memungkinkan aliran udara masuk, namun pergerakan udara dalam ruang terbatas, atau dengan kata lain penyebaran kecepatan udara kurang merata, sehingga distribusi kelembaban dan temperatur yang memenuhi standar kenyamanan pun belum optimal.

3. Dimensi dan rasio luas bukaan,

Terdapat perbandingan luas area bukaan dan ukuran ruang yang ideal. Perbandingan yang optimal berpotensi menciptakan suhu udara yang nyaman secara termal. Makin besar luas ruangan, makin besar pula luas bukaan yang diperlukan agar memungkinkan terjadinya aliran udara yang optimal untuk penghawaan alami dalam ruang. Penambahan luas bukaan dapat dilakukan dengan memperbesar ukuran maupun memperbanyak jumlah lubang bukaan. Luas bukaan inlet yang baik yaitu sekitar 20% dari luas lantai ruangan. Idealnya luas bukaan *inlet* dan *outlet* adalah masing-masing 20%, sehingga luas total bukaan adalah 40% dari luas lantai ruangan. Namun bila tidak memungkinkan menempatkan *inlet* dan *outlet* dalam dimensi yang sama, maka diupayakan lubang *outlet* agar memiliki dimensi yang lebih kecil sehingga kecepatan udara *inlet* lebih besar dari kecepatan udara dalam ruang, dengan demikian kecepatan udara menurun ketika mencapai tengah ruangan hingga *outlet*.

4. Tipe/ Pengarah bukaan,

Walaupun luas bukaan sudah mencapai kategori ideal, namun tidak diimbangi desain tipe/ pengarah bukaan yang sesuai, maka bukaan akan lebih ke meningkatkan suhu pancaran sinar matahari, sementara aliran udara yang dihasilkan kurang optimal. Bentuk desain pengarah bukaan *casement* dapat memasukan aliran udara dalam persentase

lebih besar dibanding bentuk desain bukaan lain seperti *jalousie*, *sliding*, *awning*, maupun *hung* (geser atas-bawah).

## KESIMPULAN

Agar tercapai efisiensi energi pada operasional unit rusunawa, perlu dipertimbangkan aspek-aspek desain bukaan pada selubung bangunan yang responsif terhadap kondisi cuaca dan iklim site setempat. Posisi peletakan bukaan agar menghadap ke arah intensitas sinar matahari yang bersahabat secara kenyamanan termal. Dimensi dan rasio luasnya agar diatur sedemikian hingga memungkinkan kapasitas aliran udara yang proporsional dengan ukuran ruangan. Desain pengarah bukaan agar memudahkan agar dipilih dengan kemungkinan membuka paling lebar agar aliran udara masuk ke dalam ruang dengan mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Snyder, James C. 1979. *Introduction to Architecture*. New York :Mcgraw-Hill College.
- Allen, Edward. 2005. *How Buildings Work – The Natural Order of Architecture*, New York : Oxford University Press, Inc.
- Moore, Fuller. 1993. *Environmental Control Systems: Heating, Cooling, Lighting*, New York: McGraw-Hill.
- Latifah, Nur Laela. 2015. *Fisika Bangunan 1*. Tangerang : Griya Kreasi.
- Zed, Mestika, 2008, *Metode Penelitian Kepustakaan*, Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Arikunto, Suharsimi, 2003, *Manajemen Penelitian*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Prasetyo, Achmad Haris. *Rumah Susun Hemat Energi*, Kurva S, Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur, Vol.1, No.1, 2012.
- Rauf, Edwinskyah R., Prof. Sangkertadi. *Desain Rusunawa Dengan Konsep Bangunan Hemat Energi Di Manado*, Jurusan Arsitektur Daseng, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, Vol.2, No.3, 2013.
- Daryanto. *Konsep Selubung Ganda Pada Rumah Susun Hemat Energi*, Jurnal Partisi, Universitas Bina Nusantara Jakarta, Vol.6, No.1, Mei 2009
- Prianto, Eddy. *Pilihan Bentuk Tritisan Hemat Energi Untuk Kota Semarang*, Jurnal Riptek, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang, Vol.7, No.2, Desember 2013.
- Köhler, Manfred. *Green Facades—A View Back And Some Visions*, Urban Ecosystems, Springer Science and Business Media, Vol.11, Issue 4, December 2008. pp 423-436.
- Macias, M., J.A. Gaona, J.M. Luxan, Gloria Gomez, *Low Cost Passive Cooling System For Social Housing In Dry Hot Climate*, Energy and Buildings, Elsevier B.V., Vol. 41, Issue 9, September 2009, pp 915–921.
- Bodach, Susanne, J. Hamhaber. *Energy Efficiency In Social Housing: Opportunities And Barriers From A Case Study In Brazil*, Energy Policy, Elsevier B.V., Vol. 38, Issue 12, December 2010, pp 7898–7910.
- Banfi, Silvia, Mehdi Farsi, Massimo Filippini, Martin Jakob. *Willingness To Pay For Energy-Saving Measures In Residential Buildings*, Energy Economics, Elsevier B.V., Vol. 30, Issue 2, March 2008, pp 503–516.
- Allocca, Camille, Qingyan Chen, Leon R. Glicksman. 2003. *Design analysis of single-sided natural ventilation*. Energy and Buildings, Elsevier B.V., Vol. 35, Issue 8, September 2003, pp 785–795.

- Ghisi, EneDir, John A. Tinker. 2005. *An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings*. Building and Environment, Elsevier B.V., Vol. 40, Issue 1, January 2005, pp 51–61.
- Sadineni, Suresh B., Srikanth Madala, Robert F. Boehm. 2011. *Passive building energy savings: A review of building envelope components*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier B.V., Vol. 15, Issue 8, October 2011, pp 3617–3631.
- Mufidah. 2004. *Studi Kenyamanan Termal Pada Rumah Susun Menanggal Surabaya*, Jurusan Arsitektur Universitas Merdeka Malang, Vol. 5, No.1, Maret 2004, pp 503.
- See Timmer, C. P.; Falcon, W. P.; Pearson, S. R. 1983. *Food policy Analysis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Untoro, Jati, Herri Gusmedi, Nining Purwasih, *Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila*, Electrician, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Jurusan Teknik Elektro Universitas Bandar Lampung, Vol. 8, No. 2, Mei 2014, pp 93-104.