

## **KAJIAN ARSITEKTUR HEMAT ENERGI SECARA PASIF PADA PERUMAHAN DI MALANG**

***Ertin Lestari***  
***Adhi Widyarthara***  
***Gaguk Sukowiyono***

Program Studi Arsitektur Institut Teknologi Nasional Malang

### **ABSTRAKSI**

*Malang sebagai suatu kota tumbuh dengan pesat. Rumah di kota Malang diantaranya dibangun oleh para pengembang. Terkadang pengembang di dalam pengadaan kurang diperhatikan penghematan energi yang dibutuhkan setelah beroperasinya perumahan tersebut. Penghematan energi pada bangunan dapat dilakukan secara pasif. Penghematan energi secara pasif memerlukan strategi dalam perancangannya. Dengan metode diskripsi melalui observasi lapangan, kemudian dikaji dengan strategi melalui kelompok bangunan, bangunan dan detail bangunan, sejauh mana penghematan energi terkait dengan pencahayaan dan penghawaan.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa apabila ditinjau dari kelompok bangunan, maka perumahan dapat dikatakan mendapatkan pencahayaan dan pengudaraan yang baik. Namun demikian, pada deret massa karena samping rumah saling bersinggungan, maka udara yang masuk ke dalam rumah tidak terjadi secara silang tetapi hanya searah. Pada kelompok bangunan dengan KDB 30%-40% dan terdapat pula ruang terbuka hijau di antara kelompok bangunan dan ruang terbuka, berupa jalan di antara bangunan yang berhadapan, dapat memberikan efek keadaan pengudaraan pada bangunan yang baik.*

*Dari sisi pencahayaan di dalam rumah, maka terdapat rumah yang terkena panas secara langsung pada pagi hari atau sore hari karena orientasi ke arah Timur atau Barat. Hal ini ditanggulangi dengan bentuk bangunan maupun detail bangunan berupa overstek atau kisi-kisi pada bukaan, sehingga sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam ruang tetapi melalui pantulan, sehingga dapat memberi kenyamanan.*

**Kata Kunci:** Hemat Energi, Energi Pasif, Perumahan.

### **PENDAHULUAN**

Rumah di Kota Malang dibangun secara berkelompok sebagai suatu permukiman atau perumahan maupun dibangun secara individu/ perseorangan. Perumahan secara berkelompok diantaranya dibangun oleh para pengembang. Terkadang pengembang di dalam pengadaan rumah-

rumah tersebut hanya bertujuan mencari keuntungan finansial dan dalam rancangannya kurang memperhatikan penghematan energi yang dibutuhkan setelah beroperasinya perumahan tersebut.

Penghematan energi pada bangunan dapat dilakukan secara pasif/kualitatif maupun aktif/kuantitatif yang memerlukan peralatan dan keahlian dalam perhitungan. Penghematan energi secara pasif akan mudah dipraktekkan oleh para pengembang karena tidak memerlukan perhitungan yang teliti dan rumit. Penghematan energi secara pasif memerlukan strategi dalam perancangannya. Strategi penghematan energi pada perumahan dapat diterapkan secara skalatis, yaitu skala kelompok bangunan, skala bangunan sebagai bangunan rumah yang berdiri secara individu, maupun skala detail dari bangunan rumah-rumah tersebut

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah apakah dalam perencanaan bangunan perumahan pada kelompok bangunan, kelompok bangunan rumah sebagai suatu unit rumah dan kelompok detail rumah telah memikirkan penghematan energi.

Rumah merupakan bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal, yaitu bangunan yang didiami atau ditinggali. Tempat tinggal merupakan salah satu dari kebutuhan pokok bagi manusia, bahkan merupakan bagian dari kualitas hidup dan kesejahteraan penghuninya. Guna berlangsungnya kehidupan bertempat tinggal tidak lepas dari kebutuhan penghawaan dan penerangan atau pencahayaan.

Tujuan penelitian ini adalah agar para pengembang dalam perencanaan dan perancangan perumahan di Kota Malang menghasilkan perencanaan dan perancangan yang hemat energi terkait dengan penerangan dan penghawaan bangunan secara pasif.

Penghematan energi perumahan akan menyebabkan penghematan energi listrik yang pada akhirnya akan mengurangi beban Pemerintah terkait dengan subsidi negara pada bidang energi listrik. Sedangkan manfaatnya adalah hasil penelitian ini dapat digunakan untuk evaluasi perencanaan perumahan di masa yang akan datang, dimana pemakai atau pemilik bangunan menjadi lebih bijaksana dalam mengembangkan perumahannya, sehingga akan menjaga kualitas hidupnya.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui observasi, kemudian data yang didokumentasikan berupa gambar dan narasi dibandingkan dengan teori dan hasil penelitian terdahulu serta memberikan deskripsi. Deskripsi kualitatif dan interpretasi data dibandingkan dengan teori dan hasil penelitian terdahulu, selanjutnya memberikan makna.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penggunaan energi alam yaitu matahari dan angin diarahkan pada hubungan dengan keadaan iklim di tempat bangunan perumahan berada. Studi kasus penelitian ini adalah bangunan perumahan yang berada di Kota

Malang Jawa Timur yang beriklim tropis. Kota Malang dikelilingi oleh pegunungan, sehingga memiliki karakteristik udara yang sejuk. Pergerakan angin digunakan untuk membantu penyejukan ruang. Suhu udara rata-rata pada siang hari 24<sup>o</sup>-32<sup>o</sup>C dan pada malam hari berkisar 18<sup>o</sup>-20<sup>o</sup>C. Keadaan suhu tersebut di atas memungkinkan bahwa bangunan perumahan di Kota Malang tidak memerlukan pemanasan. Energi matahari semaksimal mungkin dipergunakan untuk pencahayaan, terutama melalui pantulan. Pencahayaan dengan menggunakan energi matahari dapat dilakukan pada pagi hari sampai dengan sore hari. Kelembaban udara berkisar antara 56%-94%.

Setelah dilakukan reduksi dengan mempertimbangkan keadaan cuaca yang relatif sama dan kriteria sampel yang memenuhi persyaratan sebagai kelompok rumah yang memiliki tipe 36 m<sup>2</sup>, maka didapat tiga lokasi penelitian sebagai studi kasus, yaitu Perumahan Pesona Mutiara Tidar, Perumahan Villa Bukit Tidar, dan perumahan Bukit Cemara Tidar.

### **Tinjauan pada Skala Kelompok Rumah**

Studi pada kelompok rumah yang diamati adalah pola tata masa perumahan, orientasi tata masa perumahan, jarak antar masa perumahan, jarak antar bangunan, kondisi topografi, arah angin, serta kelembaban dan posisi matahari.

Sesuai dengan arah pergerakan udara pada musim kemarau, yaitu antara bulan Agustus-September, maka biasanya menerapkan bukaan pada sisi sebelah Selatan sampai dengan Tenggara yang bertujuan untuk memaksimalkan penghawaan, dimana udara pada bulan ini datang dari Tenggara sampai dengan Selatan dan berhembus ke Utara sampai dengan Barat Laut. Pola tata masa pada lokasi penelitian adalah linier, dimana setiap massa terdiri dari 4-7 rumah yang saling menempel pada sisinya. Satu kelompok terdiri dari 2 massa yang saling membelakangi dengan ruang terbuka di belakangnya sebagai jarak antar rumah.

Tata massa bangunan sangat mempengaruhi aliran udara yang ada. Terdapat kelompok rumah yang kurang mendapatkan aliran udara karena tertutup oleh kelompok massa bangunan yang berada di sebelahnya, namun pergerakan angin masih memungkinkan menembus bangunan tersebut melalui celah antar kelompok massa bangunan. Tata letak massa dan kepadatan bangunan tersebut menentukan pola halangan aliran angin, sehingga pola ini akan mempengaruhi penghawaan dalam rumah.

Penataan massa pada Perumahan Pesona Mutiara Tidar terlihat memperhatikan posisi Timur-Barat karena pada arah ini akan tertimpa panas matahari langsung di pagi atau sore hari yang menimbulkan ketidaknyamanan. Hal ini terlihat pada penataan massa bangunan yang sebagian besar memperhatikan arah Timur-Barat, sehingga bukaan dibuat pada arah Utara-Selatan. Dengan demikian, cahaya matahari tidak langsung masuk pada bukaan bangunan dan hal ini akan memberi kenyamanan.

Tata massa pada Perumahan Villa Bukit Tidar hampir sama dengan Perumahan Pesona Mutiara Tidar, namun terdapat massa bangunan dengan tata letak pada arah Barat Daya-Timur Laut yang berpengaruh pada aliran udara atau angin yang bergerak langsung secara frontal dari arah Tenggara menerpa massa bangunan. Aliran angin yang deras ini dapat diredam dengan adanya pepohonan pada taman di sekitar massa bangunan.

Kondisi topografi atau tinggi rendah permukaan tanah akan mempengaruhi pergerakan angin. Pada obyek Perumahan Pesona Mutiara Tidar memiliki permukaan tanah berkontur ke arah Utara yang semakin tinggi. Hal ini berpengaruh pada pergerakan angin dari arah Tenggara akibat terhalang kontur tanah, sehingga akan mengakibatkan pergerakan angin melambat dan dapat menimbulkan panas pada kelompok rumah pada arah Utara. Permasalahan ini dapat dipecahkan dengan adanya *boulevard* atau taman di antara kelompok rumah. Kondisi topografi pada obyek Perumahan Bukit Cemara Tidar relatif datar, sehingga pengaruhnya kurang berarti terhadap pengahawaan maupun pencahayaan. Sedangkan pada Perumahan Villa Bukit Tidar kondisi topografi berkontur ke arah Utara yang lebih tinggi, sehingga hal ini seperti pada Perumahan Pesona Mutiara Tidar.

Orientasi massa rumah pada Perumahan Pesona Mutiara Tidar sebagian besar ke arah Utara dan Selatan. Pada orientasi massa rumah yang menghadap ke Utara dan Selatan mendapatkan pencahayaan alami secara tidak langsung, sedangkan pada kelompok massa rumah yang berorientasi ke Timur dan Barat mendapatkan pencahayaan alami secara langsung, dimana hal ini kurang memberi kenyamanan. Pada Perumahan Villa Bukit Tidar terdapat orientasi massa ke arah Tenggara dan sebaliknya ada yang berorientasi ke arah Barat Laut. Pada massa yang berorientasi ke arah Tenggara akan menerima aliran udara atau angin secara frontal, sehingga perlu diredam dengan *barrier*, berupa tanaman atau elemen bangunan.

Kelompok massa bangunan pada ketiga obyek penelitian memiliki jarak antar massa bangunan. Terdapat ruang terbuka, baik pada tiap bangunan maupun di antara blok massa bangunan perumahan. Pada deret massa bangunan terdapat ruang terbuka berupa halaman yang letaknya di depan dan di belakang rumah. Perletakan ruang terbuka ini menjadikan adanya jarak terhadap bangunan yang terdapat di belakangnya. Pada posisi samping bangunan yang membentuk deret rumah dalam satu massa, maka bangunan terlalu berdekatan karena tidak adanya ruang atau jarak antara bangunan, sehingga pada perletakan massa bangunan dinding bangunan rumah satu dengan lainnya saling berhimpitan yang mengakibatkan tidak tercapainya penghawaan dan pencahayaan dari arah samping rumah. Hal ini tidak berlaku pada bagian massa bangunan yang terletak di ujung atau di sudut jalan, dimana massa bangunan di posisi ini akan mendapatkan aliran udara dan pencahayaan yang maksimal dari sisi-sisinya. Dengan demikian,

diperlukan adanya jarak antar bangunan agar bisa mengoptimalkan penggunaan penghawaan alam pada bangunan, dimana hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan penghawaan buatan.

Kondisi pada Perumahan Pesona Mutiara Tidar ini pada bagian depannya menggunakan atap pelana, dimana sinar matahari langsung mengarah pada bangunan tanpa adanya penghalang cahaya untuk meminimalisir cahaya matahari yang berlebihan. Disamping itu, Perumahan Pesona Mutiara Tidar ini tidak menerapkan *open space* pada sisi kanan dan sisi kiri antar bangunan. Hal ini sangat berdampak dalam optimalisasi penghawaan alami pada bangunan; sehingga untuk tercapainya kenyamanan dalam bangunan membutuhkan penghawaan buatan. Dengan demikian, membutuhkan biaya tambahan untuk mencapai kenyamanan.

Pada tapak di bagian sisi samping bangunan terlihat tidak memiliki jarak sebagai pemisah antar bangunan. Bangunan satu dengan yang lainnya menyatu yang dibagi oleh batas dinding bangunan. Pada bangunan terlihat adanya halaman depan dan belakang yang cukup luas yang menjadi area terbuka yang fungsinya selain menjadi ruang terbuka hijaunya juga sebagai jarak antar bangunan pada sisi depan dan belakang bangunan. Luas bangunan (36 m<sup>2</sup>) dibanding dengan dengan luas tanah (90 m<sup>2</sup>), sehingga memiliki koefisien dasar bangunan 40%.

Pada bangunan Perumahan Villa Bukit Tidar tidak menerapkan ruang terbuka pada sisi samping kanan dan kiri bangunannya. Hal ini akan berdampak pada penghawaan yang tidak maksimal, sehingga secara otomatis membutuhkan penghawaan buatan untuk memaksimalkan penghawaan pada bangunan. Jarak antar bangunan di bagian sisi samping tidak ada jarak sebagai pemisah antar bangunan, bangunan satu dengan yang lainnya menyatu yang dibagi oleh batas dinding bangunan. Pada bangunan terlihat adanya halaman depan dan belakang yang cukup luas dibandingkan dengan Perumahan Pesona Mutiara Tidar.

Perumahan Bukit Cemara Tidar memiliki kesamaan dengan Perumahan Villa Bukit Tidar, dimana juga tidak menerapkan jarak antara bangunan. Kondisi ini tidak dapat mengoptimalkan penghawaan alami pada bangunan, sehingga akan berdampak pada kenyamanan bagi penghuni yang menempati bangunan. Jarak antar massa bangunan, selain sebagai halaman di sekitar rumah, juga berupa jalan, taman dan *boulevard* atau taman di tengah jalan serta ruas jalan yang cukup luas; sehingga terlihat antara blok hunian memiliki jarak. Ruang terbuka ini dapat membantu suplai angin maupun pencahayaan pada massa bangunan. Ruang terbuka sebagai taman dapat digunakan sebagai sumber penyegaran udara (menyerap CO<sub>2</sub> dan menghasilkan O<sub>2</sub>). Pada kelompok bangunan ini juga terdapat kontur tanah yang bisa mengatur pergerakan angin, sehingga bisa menjaga kestabilan udara pada ruangan maupun di luar ruangan.

## Tinjauan pada Skala Bangunan

Studi pada skala rumah atau unit bangunan yang diamati adalah posisi dan orientasi bangunan terhadap matahari dan arah angin, ratio luas permukaan bangunan, luas lantai dan luas jendela, posisi jendela atau bukaan, bentuk, ukuran, orientasi, macam elemen bidang atau dinding bangunan, serta konstruksi dinding. Geometri bangunan sangat berpengaruh pada aliran angin, terutama pada tinggi rendah ruang.

Bangunan yang direncanakan dengan baik, rancangan jendela dan ventilasi yang memadai serta ragam penghematan energi lainnya dapat menurunkan penggunaan energi dengan cukup signifikan. Peluang untuk mempertinggi efisiensi energi adalah pada fase konstruksi, yaitu dengan menempatkan dan mengorientasikan bangunan dengan memperhatikan alam, seperti sinar matahari, angin, naungan bumi/bayang-bayang bumi.

Bukaan akan mengalirkan udara dan selanjutnya akan memberikan penyejukan ruang. Selain itu, bukaan juga akan memberikan pencahayaan ke dalam ruang. Penentuan jenis bukaan bergantung pada: luas ruang dan jangkauan cahaya matahari, lebar dan tebal overstek, jarak antar bangunan, tuntutan pencahayaan dalam ruang, lebar dan tinggi bukaan yang dipengaruhi oleh letak bukaan, serta sudut cahaya matahari dan kebutuhan estetika.

Pada rumah Pesona Mutiara Tidar terdapat bukaan pada bagian depan dan belakang rumah yang difungsikan sebagai penyalur udara dan angin yang masuk ke dalam rumah serta berfungsi untuk pencahayaan. Penghawaan pada rumah ini memiliki jendela dan ventilasi (bukaan angin) yang letaknya pada bagian depan rumah. Pada belakang rumah hanya terdapat pada kamar bagian belakang, sehingga dalam penghawaan silang sangat minim yang menyebabkan udara panas berputar-putar di dalam ruangan. Pada bagian samping rumah, baik samping kiri maupun kanan, merupakan area tertutup yang berhimpitan dengan bangunan di sebelahnya, sehingga penggunaan penghawaan di bagian ini tertutup dan udara tidak dapat masuk dari arah samping bangunan. Secara tidak langsung penghawaan juga mempengaruhi suhu dan kelembaban udara di dalam ruang ataupun pada permukaan dinding ruangan.

Salah satu sumber penghawaan alami adalah tiupan angin yang bergerak dari arah tertentu, pada saat penelitian angin bertiup dari arah Tenggara-Selatan. Apabila angin bertiup ke arah sebuah bangunan, alirannya yang lurus akan terpecah-pecah, dapat ke atas dan berbelok ke sisi bangunan. Bagian bangunan yang berorientasi pada arah angin akan mengalami tekanan dan bagian yang membelakangi arah angin akan mengalami pengaruh sedotan. Bila terdapat bukaan pada kedua sisi bangunan, maka angin akan menerus masuk ke ruang dalam bangunan.

Sirkulasi udara yang terbentuk mengikuti pola bukaan yang terdapat pada bangunan, dimana angin masuk melalui pintu, jendela dan ventilasi yang kemudian angin tersebut menyapu panas yang ada dalam bangunan.

Pada bangunan ini tidak menerapkan bukaan arah samping kanan kiri, sehingga hal ini cukup mempengaruhi kenyamanan karena tidak maksimalnya pergerakan angin didalam bangunan. Untuk segi pencahayaan pada bangunan ini, pada *fasade* depannya terbuka dan cahaya yang masuk dapat masuk melalui ventilasi-ventilasi dan jendela yang terdapat di bagian depan rumah, sehingga cahaya dapat masuk ke dalam rumah dan kondisi dalam rumah dapat terang. Hal ini juga menjadi keuntungan lebih dari segi penggunaan energi untuk pencahayaan didalam rumah pada waktu siang hari.

Tinggi, lebar, dan panjang ruang juga akan menentukan kenyamanan dalam ruang. Terdapat bukaan pintu dan jendela luasnya berkisar 20%-30% dari luas lantai, tinggi plafond 3.00 m, dan dimensi ruang 9 m<sup>2</sup> – 18 m<sup>2</sup>, tidak menimbulkan masalah yang signifikan bila udara dapat mengalir ke dalam ruang, sehingga kenyamanan dapat dicapai. Sirkulasi udara pada bangunan, dimana angin masuk dari bukaan depan, menghapus panas dalam ruangan dan keluar melalui bukaan bagian belakang. Akan tetapi, bukaan belum secara luas berfungsi sebagai luaran dari pergerakan udara.

Pada arah melintang bangunan dapat dilihat dari banyaknya bukaan yang ada, baik dari jendela maupun ventilasi. Hal ini sangat baik untuk bangunan maupun penghuni, dimana dampak dari sirkulasi udara di dalam bangunan yang setiap saat terjadi adalah adanya pergantian udara yang sehat.

Pada Perumahan Villa Bukit Tidar terlihat memiliki ruang terbuka hijau di bagian depan dan belakang pada bangunan, sehingga dapat membantu mengatur sirkulasi angin untuk mengoptimalkan penghawaan alami yang bertujuan untuk menghemat penggunaan penghawaan buatan. Luas bangunan (36 m<sup>2</sup>) dibanding dengan dengan luas tanah (90 m<sup>2</sup>), sehingga memiliki koefisien dasar bangunan 40%.

Pada bangunan terlihat jendela untuk pencahayaan alami serta beberapa jendela dan ventilasi sebagai pengatur sirkulasi udara dalam bangunan. Bukaan atau ventilasi pada bangunan terdapat di bagian depan dan belakang, sehingga angin bergerak searah. Tidak terjadi ventilasi silang karena pada sisi kiri atau kanan bangunan tidak terdapat ventilasi.

Pada bangunan rumah dapat dilihat sirkulasi pergerakan angin yang keluar masuk dari sisi pintu dan jendela depan rumah menuju belakang rumah, dan sebaliknya angin berhembus dari sisi pintu dan jendela belakang rumah menuju bagian depan rumah. Pada bagian pintu depan diberikan pintu sejajar dengan pintu belakang, sehingga dalam bangunan ini masih terdapat pergerakan angin.

### **Tinjauan pada Skala Detail Bangunan**

Studi pada skala detail rumah atau detail bangunan yang diamati adalah jenis bukaan yang akan bergantung pada luas ruang dan jangkauan

cahaya matahari, lebar dan tebal *overstek*, fungsi ruang, lebar dan tinggi bukaan yang dipengaruhi oleh letak bukaan, serta sudut cahaya matahari.

Bukaan akan mengalirkan udara dan selanjutnya akan memberikan penyejukan ruang. Selain itu, bukaan juga akan memberikan pencahayaan ke dalam ruang. Penentuan jenis bukaan akan bergantung pada luas ruang dan jangkauan cahaya matahari, lebar dan tebal *overstek*, jarak antar bangunan, tuntutan pencahayaan dalam ruang, lebar dan tinggi bukaan yang dipengaruhi oleh letak bukaan, serta sudut cahaya matahari dan kebutuhan estetika.

Pada ketiga obyek kasus terdapat bukaan berupa jendela, pintu dan lubang angin. Hal ini selain untuk masuknya udara juga untuk pencahayaan. Bentuk jendela dan pintu seimbang dengan luas ruang yang diberi pencahayaan, yaitu berkisar 15% - 20% dari luas ruang. Lebar *overstek* cukup memberi keteduhan karena sinar matahari dapat dipantulkan, sehingga tidak secara langsung menerpa ruang dalam.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disampaikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pada kelompok bangunan koefisien dasar bangunan berkisar 30%-40%. Disamping itu, terdapat ruang terbuka hijau di antara kelompok bangunan dan ruang terbuka, berupa jalan di antara bangunan yang berhadapan. Hal ini dapat memberikan efek keadaan pengudaraan pada bangunan yang baik.
- Pada kelompok bangunan pada topografi tanah berkontur dengan sudut kemiringan yang curam, yaitu  $\geq 40^\circ$ , maka pergerakan angin dapat berbelok, sehingga area perumahan pada bagian yang tinggi kurang mendapatkan aliran udara. Hal ini dapat dibantu dengan *barrier* berupa tanaman untuk membelokkan arah angin.
- Untuk pencahayaan di dalam rumah, terdapat rumah yang terkena panas secara langsung pada pagi hari atau sore hari karena menghadap ke Timur atau ke Barat. Hal ini dapat ditanggulangi dengan bentuk bangunan maupun detail bangunan, berupa *overstek* atau kisi-kisi; sehingga sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam ruang, tetapi melalui pantulan.
- Jarak antar bangunan juga dapat membantu pergerakan angin masuk ke dalam bangunan. Jarak bangunan ini berada pada depan dan belakang bangunan. Hampir semua obyek yang diteliti pada satu deret massa bangunan saling bersinggungan, artinya tidak ada jaarak. Hal ini mengakibatkan sirkulasi udara tidak terjadi secara silang, namun hanya searah.
- Pada detail bangunan terdapat bukaan ruang berupa jendela dan pintu serta lubang angin. Hal ini dapat membantu pergerakan angin



maupun cahaya masuk dalam ruang. *Overstek* atau tritisan juga dapat membantu memberi naungan agar sinar matahari tidak langsung menuju ruang tetapi melalui pantulan. Lebar *overstek* bervariasi sekitar 50 cm - 100 cm yang sangat berpengaruh pada naungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Attmann, Osma. 2009. *Green Architecture: Advanced Technologies and Materials*.  
Brown, GZ. 1987. *Sun, Wind, and Light*. Department of Architecture. University of Oregon.  
Ching, FDK. 1979. *Architecture: Form, Space and Order*. USA: Van Nostrand Reinhold Company, Inc.  
Von Meiss, Pierre. 1994. *Elements of Architecture*. London: E&FN Spon.
- Lestari, Ertin. 2010. *Strategi Perancangan Menuju Arsitektur Hemat Energi*. Makalah Seminar Nasional. Program Studi Arsitektur. Malang: Institut Teknologi Nasional.

S