ARCADE
JURNAL ARSITEKTUR
p-ISSN: 2580-8613 (Cetak)
e-ISSN: 2597-3746 (Online)
http://jurnal.universitaskebangsaan.ac.id/index.php/arcade

PENGEMBANGAN DESAIN MICRO HOUSE DALAM MENUNJANG PROGRAM NET ZERO ENERGY BUILDINGS (NZE-Bs)

Asep Yudi Permana[1], Karto Wijaya[2], Hafiz Nurrahman[3], Aathira Farah Salsabilla Permana[4]
[1,3]Universitas Pendidikan Indonesia
[2] Universitas Kebangsaan Republik Indonesia
[4] Institut Teknologi Nasional, Bandung
E-mail: yudi.permana@upi.edu; karto.wijaya.st@gmail.com; hafiz.nurrahman25@gmail.com; aathirasape@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:
2 Februari 2020

Direvisi:
1 Maret 2020

Disetujui terbit:
15 Maret 2020

Diterbitkan:

Cetak:
29 Maret 2020

Online
20 Maret 2020

Abstract: *Energy efficiency is a top priority in design, because design errors that result in wasteful energy will impact operational costs as long as the building operates. The opening protection in the facade should be adjusted according to their needs, for optimum use of sky light. Inhibiting the entry of solar heat into the room through the process of radiation, conduction or convection, optimum use of sky light and efforts to use building skin elements for shading are very wise efforts for energy savings. House construction planning must be careful and consider many things, including: physical potential. Physical potential is a consideration of building materials, geological conditions and local climate. Related to the issue of global warming that occurs in modern times, climate is a major consideration that needs to be resolved.*
The purpose of building design, especially in residential homes aims to create amenities for its inhabitants. Amenities are achieved through physical comfort, be it spatial comfort, thermal comfort, auditory comfort, or visual comfort.
Energy waste is also caused by building designs that are not well integrated and even wrong and are not responsive to aspects of function, and climate. This is worsened by the tendency of the designers to prioritize aesthetic aspects (prevailing trends). The issue of green concepts and energy consumption efficiency through the Net Zero-Energy Buildings (NZE-Bs) program from the housing sector as a response to tackling global warming is already familiar in Indonesia, although its application has not yet been found significantly. Green concepts offered by housing developers are often merely marketing tricks and are not realized and grow the responsibility of the residents to look after them. Due to the lack of understanding of the green concept, housing developers tend to offer more a beautiful and green housing environment, not the actual green concept.

Keyword: *Socio-culture, Energy efficiency, Energy consumption, Environment. The green concept*

Abstrak: Efisiensi energi merupakan prioritas utama dalam disain, karena kesalahan disain yang berakibat boros energi akan berdampak terhadap biaya opersional sepanjang bangunan tersebut beroperasi. Pelindung bukaan pada fasade sebaiknya dapat diatur sesuai kebutuhannya, untuk pemanfaatan terang langit seoptimal mungkin. Penghambatan masuknya panas matahari kedalam ruangan baik melalui proses radiasi, konduksi atau konveksi, pemanfaatan terang langit seoptimal mungkin serta upaya pemanfaatan elemen kulit bangunan untuk pembayangan merupakan upaya yang sangat bijaksana bagi penghematan energi. Perencanaan pembangunan rumah harus cermat dan mempertimbangkan banyak hal, antara lain: potensi fisik. Potensi fisik adalah pertimbangan akan bahan bangunan, kondisi geologis dan iklim setempat. Terkait dengan isu pemanasan global yang terjadi pada masa modern ini, iklim menjadi sebuah pertimbangan utama yang perlu diselesaikan.
Tujuan desain bangunan khususnya pada rumah tinggal bertujuan menciptakan amenities bagi penghuninya. Amenities dicapai melalui kenyamanan fisik, baik itu spatial comfort, thermal comfort, auditory comfort, maupun visual comfort.
Pemborosan energi juga disebabkan oleh desain bangunan yang tidak terintegrasi dengan baik bahkan salah dan tidak tanggap terhadap aspek fungsi, serta iklim. Hal tersebut diperparah yang kecenderungan para perancang lebih mementingkan aspek estetis (tren yang berlaku). Isu konsep hijau dan efisiensi konsumsi energi melalui program Net Zero-Energy Buildings (NZE-Bs) dari sektor perumahan sebagai respon untuk menanggulangi pemanasan global sudah tidak asing di Indonesia, walaupun penerapannya masih belum dapat ditemukan secara signifikan. Konsep hijau yang ditawarkan oleh pengembang perumahan seringkali hanya sebagai trik pemasaran belaka dan tidak diwujudkan serta ditumbuhkan tanggung jawab para

penghuni untuk menjaganya. Akibat minimnya pemahaman mengenai konsep hijau tersebut, para pengembang perumahan cenderung lebih banyak menawarkan lingkungan perumahan yang asri dan hijau, bukan konsep hijau yang sebenarnya.

Kata Kunci: Sosio-kultur, Efisiensi Energi, Konsumsi energi, Lingkungan, Konsep Hijau

PENDAHULUAN

Kota sebagai simpul dari kehidupan masyarakat merupakan proses aglomerasi dari ragam manusia dan obyek pendukung lainnya. Sebagai konsekuensi dari keanekaragaman yang ada, maka akan memunculkan berbagai kebutuhan dan keinginan-keinginan yang berbeda dalam konteks interaksi antar masyarakat. Semakin tua umur sebuah kota maka morfologi kotanya akan semakin banyak mengandung layer-layer berupa urban tissues sebagai tempat terartikulasikannya beragam fenomena kota sepanjang sejarah pertumbuhan dan perkembangnnya. Urban tissues tersebut akan membentuk konfigurasi pada bentuk fisik kota (Kostoff, 1977) (Setioko, 2010).

Dalam hitungan tahun telah terjadi pergeseran dan perubahan pola dan tatanan kehidupan secara mencolok di sejumlah negara berkembang termasuk di Indonesia melalui ergeseran kehidupan agraris-tradisional menjadi kehidupan industri modern (Karyono, 2014). Kondisi ini mengubah perilaku (Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, 2003) dan cara pandang manusia terhadap lingkungannya. Pergeseran kehidupan agraris-tradisional yang selaras dengan alam dan tidak tergantung teknologi modern sebagai bentuk menjaga kelestarian alam telah bergeser. Dalam perkembangannya, pergeseran layanan kehidupan dari tatanan agraris-tradisional menjadi teknologi modern tidak jarang memunculkan sejumlah masalah bagi kehidupan masyarakat. Permasalahan ini berkembang di seluruh sektor, salah satunya pada sektor perumahan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Bandung dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir Kota Bandung mengalami peningkatan sebesar 67% (kepadatan mencapai 30.000 jiwa/km2). Tingkat pertumbuhan ini menyebabkan perkembangan fisik kota yang tidak teratur.

Salah satu permasalahan di sektor perumahan adalah adanya penurunan kualitas lingkungan yang semakin hari semakin mengkhawatirkan. Pemenuhan kebutuhan manusia terhadap rumah yang layah huni semakin diabaikan, kondisi yang tidak nyaman huni, boros energi, dan lain-lain (Sukawi, 2011)(Karyono, 2014). Sementara itu rumah merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang harus cermat dalam perencanaan pembangunannya, diantaranya dengan mempertimbangkan aspek perancangan baik potensi fisik maupun sosial budaya. Potensi fisik terkait dengan pertimbangan akan bahan bangunan, kondisi geologis dan iklim setempat. Sedangkan, potensi sosial budaya terkait dengan arsitektur lokal dan cara hidup dari masyarakat setempat.

Bandung sebagai salah satu dari lima kota besar di Indonesia merupakan kota yang berkembang dengan jumlah penduduk yang padat. Seiring dengan perkembangan Kota Bandung di mana keterbatan lahan dan mahalnya harga tanah menjadi masalah dalam penyediaan hunian layak bagi masyarakat terutama mereka yang berpenghasilan rendah, menyebabkan pemenuhannya kurang dirancang dengan baik (Permana, 2014). Berdasarkan Pusat Studi Properti di Indonesia (Prianto, 2012), menunjukkan potensi untuk berinvestasi dibidang properti meningkat pesat (UNESCAP & UNHABITAT, 2008)(Sugiri, Buchori, & Soetomo, 2011). Kebutuhan masyarakat akan rumah mencapai 1,2 juta rumah pertahun(Sunarti, Syahbana, & Manaf, 2014). Hal ini berarti, tingginya animo masyarakat dalam membutuhkan rumah sangat mempengaruhi tingkat pembangunan rumah tinggal di Indonesia.

Pertumbuhan rumah sangat signifikan dengan peningkatan konsumsi energi listrik, di mana bahan bakar yang digunakan untuk mendapatkan listrik di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar minyak (BBM) dan batu bara. Dengan demikian, bila tidak berhasil dalam mengelola BBM maka akan berdampak pada tingginya dan naiknya tarif dasar harga listrik. Dan sektor rumah tanggalah yang akan mendapatkan imbasnya.

Kondisi Indonesia sebagai negara yang seluruh wilayahnya berada di kawasan ekuator secara umum beriklim tropis basah (Soegijanto, 1999)(Satwiko, 2005)(Widayanti, Suparman, & Sekarsari, 2010), sehingga menjadikan Indonesia berada di posisi yang menguntungkan tapi juga sekaligus merugikan di lain pihak. Hal ini disebabkan oleh tingginya suhu, radiasi matahari, curah hujan, dan kelembaban serta karakteristik angin (Prianto, 2012) yang berbeda dengan kawasan lain. Usaha pengendalian terhadap masalah iklim ini sampai batas tertentu masih dapat dilakukan secara pasif (Permana, Susanti, & Wijaya, 2017), yaitu melalui perancangan bangunan yang mempertimbangkan faktor dan varibel perancangan seperti: dari iklim, sifat fisika bahan bangunan, orientasi bangunan, bentuk penggunaan tumbuhan/pohon sebagai peneduh dari cahaya matahari dan sebagainya. Usaha pengendalian iklim ini tidak selalu sesuai dengan harapan yang dapat menghasilkan kondisi termal sesuai yang diinginkan sepanjang hari, karena elemen bangunan dan lingkungan sekitarnya mempunyai pengendalian termal yang terbatas. Terdapat beberapa kegiatan penggunaan energi di dalam bangunan (rumah tinggal), antara lain pengkondisian udara dan pencahayaan. Soegijanto (199) menjelaskan bahwa semakin tinggi intensitas kegiatan di dalam bangunan/rumah, maka sakan semakin tinggi penggunaan energi (Soegijanto, 1999). Terdapat 2 (dua) kegiatan yang dapat diidentifikasi yang sangat berhubungan dan

berperan langsung dengan pemborosan energi yaitu pada pengkondisian udara dan pencahayaan.
Konsep bangunan dengan NZE-buildings sangat penting karena jika melihat pada penggunaan energi secara global sektor bangunan menjadi sektor yang paling dominan dalam penggunaan energi. Konsumsi energi yang terbesar dalam bangunan baik berfungsi sebagai hunian maupun perkantoran adalah untuk memenuhi kebutuhan akan listrik yang digunakan untuk pencahayaan buatan, pendingin, dan pemanas ruangan (Mintorogo, 1999) (Mustika, 2010). Sedangkan konsumsi energi terbesar di dalam bangunan hunian adalah digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan listrik sejumlah 67,5% dari keseluruhan energi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hosseini and Cole (2013) yang menyatakan bahwa sektor bangunan menyerap 40% dari kebutuhan energi keseluruhan. Pemanfaatan energi di dalam bangunan khususnya untuk pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan bangunan.

TINJUAN PUSTAKA

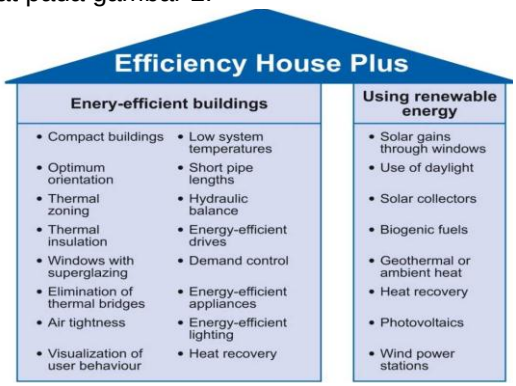
Konsep "Efficiency-house plus" sebagai konsep efisiensi energi dan energi terbarukan

Berdasarkan hasil penelitian Fraunhofer-Gesellschaft pada tahun 1995-1998 di Freiburg Jerman, penggunaan atap photovoltaic system (PV-system) memberikan hasil yang baik dalam penyimpanan energi musiman, akan tetapi bila dilihat dari biaya investasi masih sangat tinggi (Erhorn, 2013). Hasil penelitian ini dikembangkan oleh Rolf Disch di Freiburg Jerman tahun 2000–2006, dengan mengambil kasus pada 50 (lima puluh) rumah berderet dalam 10 baris dengan ukuran yang berbeda seperti terlihat pada gambar 1.

Gambar 1. a. Pilot project for building photovoltaic systems (PV-systems); b. The "Freiburg surplus-energy housing estate" building
Sumber: Erhorn, 2013, Permana, 2017

Dari hasil penelitiannya menghasilkan satu sistem penggunaan jaringan listrik publik sebagai "penyimpanan energi musiman" dan dapat menghemat biaya pembangunan. Rekomendasi dari penelitian ini adalah kinerja energi sebuah bangunan dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, misalnya dengan memilih desain bangunan yang sesuai (melalui struktur kompak, orientasi optimal), meningkatkan isolasi termal (jendela kinerja tinggi dan sistem isolasi untuk melindungi selubung bangunan), konstruksi yang dioptimalkan (tidak ada bridging termal, konstruksi kedap udara dan koneksi), dan dengan memastikan perilaku sadar energi. Hasil penelitian ini diimplementasikan pemerintah Jerman melalui program "The Efficiency-house plus" pada tahun 2011.

Salah satu aspek penting dalam desain arsitektur saat ini yang semakin dirasakan penting adalah penataan energi dalam bangunan. Krisis sumber energi tak terbaharui mendorong arsitek untuk semakin perduli akan energi terbarukan dalam merancang bangunan yang hemat energi. Kenyamanan pengguna sebagian besar akan meningkat karena tindakan mengurangi konsumsi melalui peningkatan kenyaman termal di dalam ruangan (Roaf, Hyde, Campbell, & Seigert, 2010)(UNEP SBCI, 2009)(Thiers & Peuportier, 2012)(Miller, 2012). Program ini lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. The basic concept of "The Efficiency-house plus"
Sumber: Erhorn, 2013; Permana, 2017

Berdasarkan gambar tersebut minimal ada 3 (tiga) faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap penghematan energi pada bangunan yaitu disain selubung bangunan, manajemen energi, dan kesadaran pengguna. Akumulasi angka pemborosan dalam penggunaan energi pada bangunan berkisar 15-30% terhadap pemakaian energi listrik secara nasional.

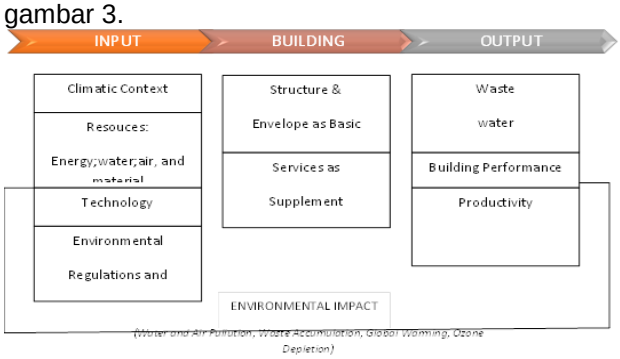
Bentuk desain selubung bangunan rumah tinggal tidak lepas dari pertimbangan kondisi iklim dan lingkungan sekitar. Bentuk pembayangan pada bangunan merupakan upaya dalam mengantisipasi iklim tropis untuk mencapai kondisi termal yang nyaman dalam bangunan. Penyelesaian desain fasad harus dibuat tidak diseragamkan antara yang menghadap barat, timur, selatan atau utara. Karena pada prinsipnya deretan rumah memiliki permasalahan yang berlainan apabila dilihat dari aspek perlintasan matahari. Perwujudan dari desain arsitektur untuk bangunan yang berwawasan lingkungan sering disebut dengan green building. Hal ini erat kaitannya dengan konsep arsitektur berkelanjutan (sistainable architecture) dan hemat energi. Peran arsitek sangat penting dalam penghematan energi.

Konsep Eko-arsitektur dan NZE-buildings

Paradigma eko-arsitektur merupakan paradigma membangun yang bermuara pada pemanfaatan lingkungan sebagai dasar pertimbangan dari berbagai aliran perancangan arsitektur. Frick dan Hesti (2006) menyatakan bahwa perkembangan arsitektur ekologis dapat dilacak dari berbagai pendekatan yang dimulai tahun 1920 – 1960 dengan

mengutamakan pada kebebasan ekspresi dalam bentuk dan fungsi. Perkembangan ini berlanjut dengan melahirkan arsitektur merdeka, arsitektur alternatif, dan arsitektur eksperimental (Frick & Mulyani, 2006)(Yuliani, 2013). Perkembangan arsitektur juga mengalami perubahan ketika mulai dirasakan krisis energi, mala lahirlah arsitektur hemat energi (NZE-Buildings).

Kompleksitas hubungan arsitektur dengan lingkungan secara ekologiberdasarkan kategori masukan (input) dan luaran (output) dalam membentuk satu keseimbangan yang tertutup (Wai, 1994). Secara diagramatik dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. The complexity of the relationship between buildings and the environment
Sumber: Wai, 1994

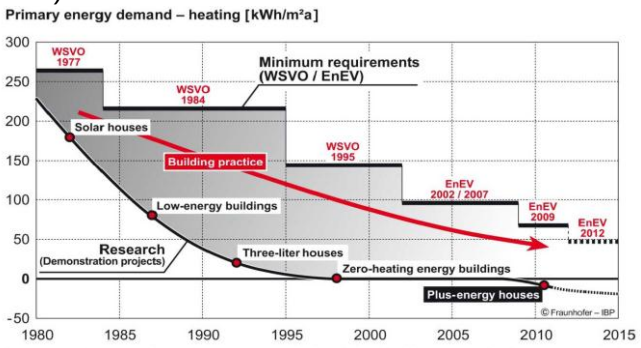
Dari gambar 3, bangunan merupakan satu kesatuan (entity) yang mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan. Keseimbangan diperlukan untuk menjaga hubungan yang berkelanjutan, sehingga natara arsitektur dan lingkungan tidak saling merugikan tetapi saling meningkatkan kualitas masing-masing dengan membentuk hubungan simbiosis.

Proses membangun (the act building) dapat ditafsirkan sebagai sebuah tanggapan penghuninya untuk mencapai keseimbangan di dalam system interaksi manusia dengan lingkungan dalam menjaga keadaan yang homestatik (Rachmat, 2000).

Program NZE-Building sudah mulai tahun 1980-an dilakukan sejak dicanangkan program "The Efficiency-house plus" oleh The German Federal Ministry or transport, building, and urban affairs/BMVBS. Program ini merupakan hasil penelitian melalui kerjasama kemitraan dengan industri dalam menghasilkan inovatif di bidang industri bangunan yang hemat energi. The Berlin Building merupakan rumah contoh pertama dalam program pengembangan efisiensi energi seperti terlihat pada gambar 4.

Gambar 4. The Berlin Building
Sumber: Erhorn, 2013

Program pengembangan efisiensi energi untuk rumah tinggal yang dikerjakan BMVBS diwujudkan dalam berbagai cara melalui penggunakan kombinasi teknologi konstruksi yang hemat energi dengan sistem energi terbarukan. Time line penelitian BMVBS dapat dilihat pada gambar 5 (Kolokotsa, Rovas, Kosmatopoulos, & Kalaitzakis, 2010).



Gambar 5. BMVBS research time line developed in 1980
Sumber: Erhorn, 2013

Berdasarkan kurva gambar 5 dapat dijelaskan bahwa kurva yang lebih rendah menunjukkan target dari proyek penelitian. Pengembangan efisiensi energi membutuhkan 10 sampai 15 tahun antara aplikasi dari percontohan dengan penetapan sumber energi terbarukan. Dari efisiensi energi ini memungkinkan banyak alternatif cara dan tidak tergantung pada teknologi tertentu.

Fasad Bangunan

Fasad bangunan merupakan unsur terpenting yang tidak dapat dihilangkan dari suatu produk desain arsitektur, karena elemen tampak inilah yang diapresiasi atau dilihat pertama kali. Melalui fasad bisa mendapatkan gambaran tentang fungsi bangunan, selain itu fasad juga berfungsi sebagai alat perekam sejarah peradaban. Dengan mengamati dan mempelajari desain fasad dapat mengetahui kondisi sosial budaya, kehidupan spiritual, bahkan keadaan ekonomi dan politik pada masa tertentu.

Fasad sebagai bidang dari bagian depan bangunan yang dapat menentukan gaya dan karakteristik arsitektur. Hal ini mengandung pengertian bahwa karakter atau ciri suatu bangunan dapat dilihat bagaimana arsitek mengolah fasad bangunannya. Fasad bangunan merupakan komposisi yang mempertimbangkan fungsional dari jendela, pintu, pelindung matahari dan bidang atap (Kier, 1979)(Invernizzi, 1998). Desain fasad sebagai kesatuan harmonis danproporsional baik dari struktur horizontal maupun vertikal, bahanbangunan, warna dan elemen dekoratif (Kier, 1979).

Bagian-bagian penting dari fasad adalah: a. pintu, sebagai salah satu pelubangan dinding yang tidak boleh dihilangkan dalam komposisi fasad rumah dan bentuk pintu dapat melambangkan karakter penghuninya; b. jendela, berfungsi lubang sirkulasi udara, masuknya sinar matahari dan area memperoleh view ke luar ruangan; c. dinding, sebagai pembatas ruang; d. tritisan merupakan

perpanjangan bidang atap yang menonjol melebihi dinding dan berfungsi sebagai pelindung sdari sinar matahari maupun cucuran air hujan; e. sun shading sebagai pelindung jendela untuk fungsi seperti tritisan.

Penerangan Alami Siang Hari (PASH)

Dalam perancangan awal suatu bangunan, arah jatuh sinar matahari sangat mempengaruhi terhadap kinerja bangunan. Potensi pemanfaatan Pencahayaan Alami Siang Hari berfungsi untuk kenyamanan visual dan konservasi energi. Kenyamanan visual dapat diperoleh melalui optimasi pemanfaatan cahaya alami dan desain bukaan yang tepat, agar cahaya alami yang diperoleh sesuai kebutuhan kerja visual. Sedangkan konservasi energi dapat dicapai melalui pemanfaatan cahaya alami dengan mereduksi hingga 20% total dari kebutuhan pemakaian energi listrik (Latifah, 2015).

Penerangan Alami Siang Hari memiliki 3 (tiga) kendala utama, yaitu: a. Pada saat gelap (mendung/hujan) penerangan buatan tetap harus digunakan; b. Sumber cahaya (langit) bervariasi tingkat iluminasinya (pada saat keadaan langit mendukng/gelap jendela dengan ukuran besar cukup optimal menerima cahaya alami, namun pada keadaan langit terang cahaya menjadi berlebih; dan c. Jika cahaya alami diterima dari sisi ruangan, tingkat pencahayaan yang dekat dengan jendela biasanya akan jauh lebih tinggi dari yang diperlukan. Kendala b dan c adalah kondisi-kondisi yang pasti akan menghasilkan tingkat pencahayaan berlebih (over-illumination) (Krishan, 2001). Pemanfaatan Penerangan Alami Siang Hari dapat dioptimalkan dengan memperhatikan faktor-faktor yang menunjang strategi dasar dalam perencanaan bukaan cahaya pada bangunan, antara lain: a. Orientasi bangunan dan bukaan cahaya; b. Alokasi ruang dan bukaan cahaya; dan c. Luas bukaan cahaya.

Orientasi Banguan dan Bukaan

Indonesia sebagai salah satu negara yang terletak di daerah sekitar khatulistiwa, secara umum perletakan jendela harus memperhatikan garis edar matahari, sisi utara dan selatan adalah tempat potensial untuk perletakan jendela (bukaan), guna mendapatkan cahaya alami. Sedangkan posisi timur dan barat pada jam-jam tertentu diperlukan perlindungan terhadap radiasi matahari langsung. Untuk bangunan yang terkena cahaya matahari langsung terutama bagian bukaan bisa diolah dengan menggunakan penghalang seperti halnya memanfaatkan pohon atau elemen-elemen arsitektur seperti kisi-kisi penahan sinar matahari atau dengan pengolahan ruang yang bertujuan untuk mengurangi dampak sinar matahari langsung sehingga ruangan akan tetap terasa nyaman. Hal yang perlu diperhatikan dalam rancangan adalah waktu di mana sinar matahari akan mengeluarkan radiasi yang tertinggi sekitar jam 11 siang hingga jam 3 sore.

Pada daerah tropis dengan intensitas matahari sepanjang tahun, orientasi bangunan sangat berpengaruh signifikan terhadap pencahayaan di dalam bangunan. Secara ideal, sedapat mungkin menghindari arah matahari langsung pada arah barat dan timur.

METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan penelitian menggunakan metode research and Development (R&D), di mana penelitian dimulai dari disain suatu model micro house dan ditindaklanjuti dengan pengembangan modelling rumah tropis. Luaran dari penelitian ini adalah optimalisasi disain fasad micro house untuk masyarakat ekonomi bawah di Kota Bandung dalam rangka memberikan kontribusi pada penghematan energi.

Alat yang digunakan terdiri dari 2 (dua) alata, yaitu (1) Alat simulasi (simulation tools) berupa software IES-VE v.5.3.1 dan CFD & Ecotech untuk mengukur level pencahayaan alami dan pencahayaan pada model unit micro house; dan (2) alat ukur dalam penelitian menggunakan infrared thermometer, anemometer (hot wire), luxmeter/light meter, thermo-higro meter, dan environment meter. Obyek pengamatan berupa modelling micro house dengan arah orientasi dapat diputar 3600. Fasad bangunan diposisikan sesuai arah datangnya sinar matahari sepanjang hari (dari pagi sampai sore)(Hinrich, 2005).

Formulasi pengukuran kenyamanan menggunakan 2 (dua) parameter utama yaitu aspek manusia (faktor subyektif) dan aspek lingkungan (faktor obyektif) . Dari parameter ini dijabarkan menjadi6 indikator, yaitu kecepatan angin, temperatur rata-rata ruangan, temperatur udara, kelembabab, tingkat aktivitas, dan pakaian (Fanger, 1972). Persamaan kenyamanan menurut Fange r(1972) ini adalah:

$$\int(\mathbf{M}, \mathbf{lcl}, \mathbf{ta}, \mathbf{tr}, \mathbf{v}, \mathbf{pa}) = \mathbf{0}$$

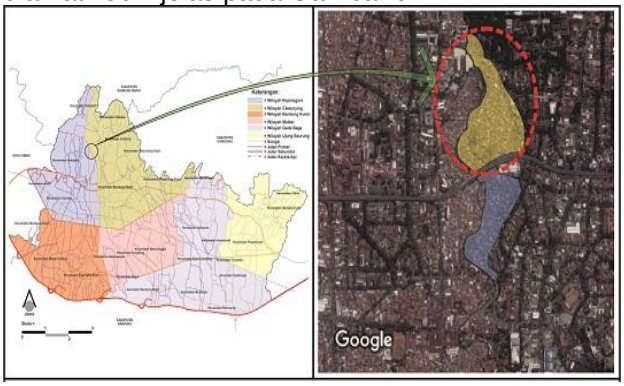
dan, Persamaan keseimbangan panas badan dan lingkungan:

$$\boldsymbol{M - W = H + Ec + Cres + Eres}$$

Dari gambar ini diartikan bahwa jika pada kondisi lingkungan di luar panas, maka badan manusia haruslah dingin, atau sebaliknya. Sebagai ilustrasi sederhana

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah “Taman Hewan” yang termasuk dalam kawasan Balubur-Tamansari, Kota Bandung, Indonesia yang memiliki keunikan dan kekhasan, baik dari aspek bangunan fisik maupun area itu sendiri. Lokasi penelitian dapat diamati lebih jelas pada Gambar 6.



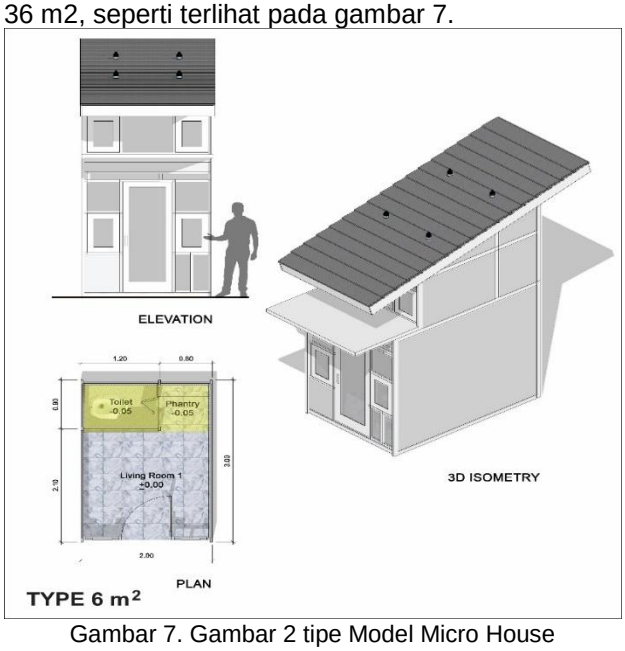
Gambar 6. A. Peta Kota Bandung; B. Peta Kawasan Balubur – Tamansari; C. Peta Kawasan Balubur-Tamansari
Sumber: Modifikasi dari berbagai sumber, 2019

Data eksisting diambil dari Metoblue Kota Bandung, bulan Agustus 2019 memiliki suhu rata-rata paling tinggi yaitu 28,2oC dan terendah pada bulan July yaitu 19oC. Suhu yang terdapat pada data meteoblue ini selanjutnya digunakan sebagai initial data untuk dasar merancang serta perhitungan kenyamanan termal.

Desain Micro House

Tingkat pertumbuhan penduduk Kota Bandung yang semakin tinggi menyebabkan perkembangan fisik kota yang tidak teratur dengan tingkat kepadatan sebesar 30.000 jiwa/km2. Seiring dengan itu, di mana keterbatasan lahan dan mahalnya harga tanah menjadi masalah dalam penyediaan hunian layak bagi masyarakat terutama bagi rekea yang berpenghasilan rencah. Akhirnya pemenuhan kebutuhannya kurang dirancang dengan baik.

Perancangan micro house sebagai program dalam pemenuhan kebutuhan akan rumah bagi masyarakat golongan ekonomi rendah merupakan salah satu model yang dapat dikembangkan. Dalam penelitian ini, dibahas bagaimana optimalisasi desain fasad bangunan micro house dalam menunjang program NZE-Built melalui pemanfaatan iklim baik pencahayaan dan penghawaan. Modeling dibuat dengan mengambil 2 type yaitu type 6 m2 dan type 36 m2, seperti terlihat pada gambar 7.

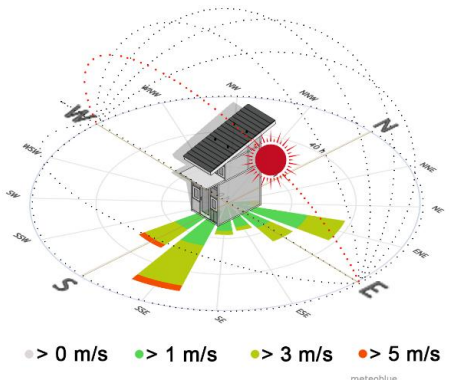
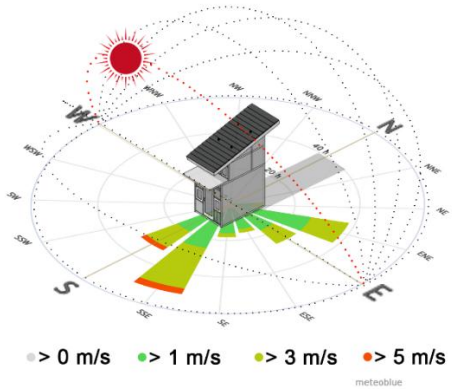
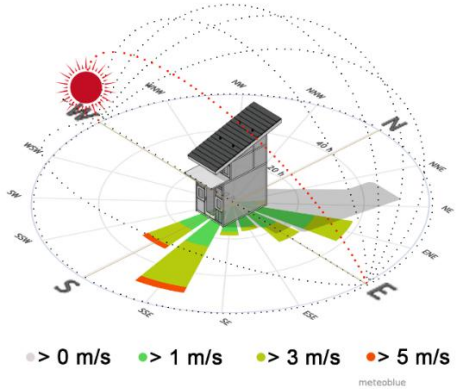


Gambar 7. Gambar 2 tipe Model Micro House
Sumber: Desain Peneliti, 2019

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Fasad dan Masa Bangunan

Konsep desain fasad micro house menanggapi pada pengaruh radiasi matahari dan angin terhadap kondisi kenyamanan termal bangunan. Kondisi angin di Kota Bandung pada arah selatan tenggara memiliki kecepatan 3 m/s, sehingga pada bagian bangunan yang mengarah langsung ke selatan dan tenggara diselesaikan dengan penambahan tritisan atau double skin fasad. Penghawaan alami lebih diutamakan dibandungkan dengan penghawaan buatan melalui pengaliran di sekitar bangunan. Berdasarkan simulasi optimalisasi fasad terhadap kondisi termal bangunan micro house berdasarkan 3 (tiga) waktu (8 a.m – 11 a.m; 11 a.m – 2 p.m; dan 2 p.m – 5 p.m), menghasilkan kondisi seperti pada tabel.

Type 6 m^2
8 a.m – 11 a.m

11 a.m – 2 p.m

2 p.m – 5 p.m


Hasil simulasi yang merujuk pada gambar untuk kedua pemodelan membuktikan bahwa cahaya yang datang dari cahaya bulan ke dalam botol berisi air memberikan penerangan cahaya terang tanpa menggunakan cahaya buatan. Kondisi ini berlaku ketika cuaca tidak mendung

Pemilihan Material dan Cat

Berbagai macam finishing fasad, antara lain: dengan pemilihan bahan finishing dinding tanpa plesteran, dinding hanya diplester, dinding dilapis cat, dan dinding dilapis batu alam. Berdasarkan hasil penelitian dari Prianto (2005) menunjukkan bahwa tingkat panas udara eksterior dan interior tidak akan jauh berbeda/relatif sama. Artinya bila udara luar panas maka udara dalam ruangan juga panas, dan sebaliknya.

Berdasarkan hasil modeling perbandingan perbedaan beban panas antara dinding finishing lapis batu alam dengan dinding hanya diplester, panas permukaan dinding pada kesterior mengalami puncak terjadi pada kondisi dnding yang diplester saja.

Pelapisan dinding dengan di cat tembok, hasilnya terlihat bahwa terdapat perbedaan yang jelas antara kondisi pada permukaan dinding luar dan dalam. Pada siang hari kondisi suhu ruangan dalam mengalami penurunan sekitar 3oC dibanding suhu rata-rata udara luar. Suhu permukaan dinding luar pada dinding bercat akan tetap lebih tinggi dari suhu rata-rata udara luar, namun lebih rendah dari pada dinding tanpa cat. Serta suhu permukaan dinding interiornya juga mengalami penurunan dibandingkan suhu permukaan eksteriornya, yaitu lebih dingin 3oC. Berdasarkan hasil pengamatan penggunaan warna cat pada finishing fasad micri house menunjukkan bahwa penggunaan warna biru akan menurunkan akumulasi panas ruangan hingga mencapai 60% bila dibandingkan dengan warna merah. Hal ini sesuai dengan teori psikologi warna yang dikemukakan Birren (1998).

Sedangkan berdasarkan modeling profil perbedaan beban panas untuk ke-empat jenis ini: dari kondisi terpanas pemukaan dinding terluar secara gradasi adalah 42,25% lebih panas pad dinding berupa peslteran, 28.75% pada dinding berlapis batu alam, 23.75% pada dinding berlapis cat, dan 12% dinding berlapis keramik. Terdapat penomena yang menarik di mana hasil analisis menunjukkan pada pemakaian batu alam, profil panas mengalami kenaikan suhu lagi pasca siang hari antara jam 12.00 sampai 16.00. padahal bila mengamati profil panas udara luar secara umum, seharusnya pasca siang hari, beban panas semakin turun.

Kenyamanan termal berdasarkan CBE

Kenyamanan termal berdasarkan CBE digunakan untuk menentukan kenyamanan, dengan hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 1 kenyamanan termal. Kondisi ini disimulasikan melalui dua kondisi, yaitu dengan 1 m/s angin dan angin 3 m/s.

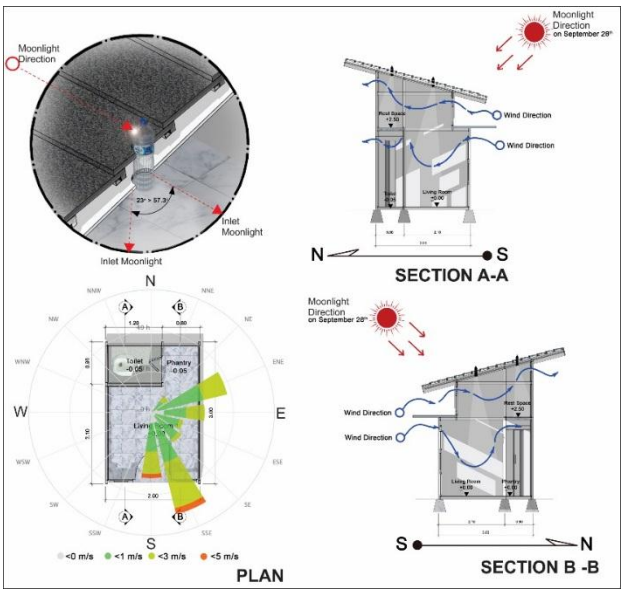
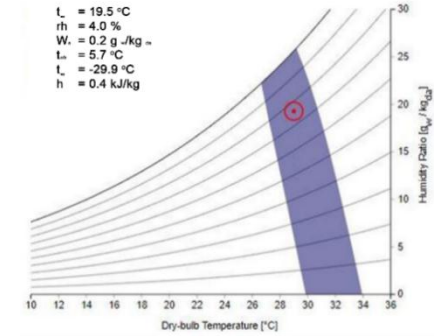
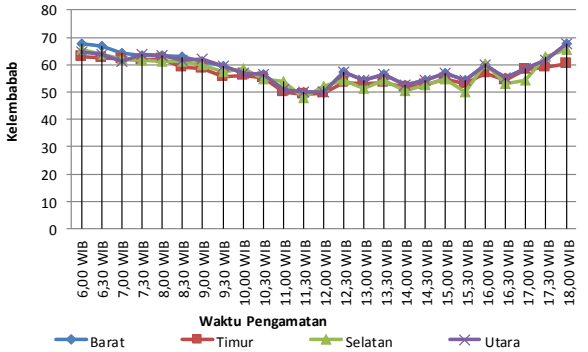


Table 1. CBE Thermal Comfort Tool

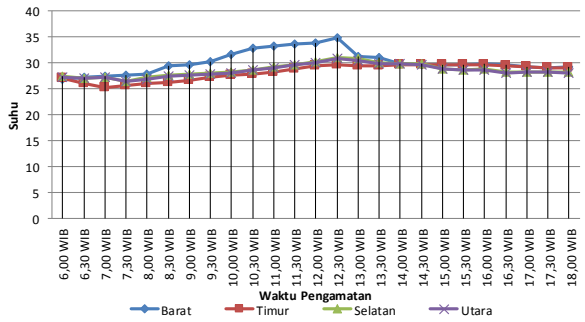
Air Type	**A**
Operative temperature	29º C
Air Speed	1 m/s
Humidity	76 %
Metaholic rate	1 met
Cloting level	0,61 clo
Result	

Konsumsi energi pada olahan fasad bangunan

Hasil pengamatan baik untuk kelembaban maupun suhu (profil panas pada modelling micro house dikelompokkan ke dalam 4 kasus arah fasad bangunan, yaitu fasad yang menghadap ke arah Timur, Barat, Utara, dan Selatan. Adapun hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil Pengamatan kelembaban pada fasad micro house dengan posisi tampak Timur, Barat, Selatan, dan Utara.
Sumber: Dokumen Peneliti, 2019



Gambar 10. Grafik hasil Pengamatan suhu/profil panas pada fasad micro house dengan posisi tampak Timur, Barat, Selatan, dan Utara.
Sumber: Dokumen Peneliti, 2019

Berdasarkan hasil modelling dan pengamatan pada gambar menunjukkan bahwa kelembaban maupun suhu udara mempengaruhi beban panas pada fasad bangunan. Hal ini akan mempengaruhi terhadap kenyamanan dan konsumsi energi. Tingkat panas udara pada dinding eksterior dan interior tidak jauh berbeda.

Olahan finishing fasad bangunan mempengaruhi terhadap kondisi permukaan dinding luar dan dalam. Kondisi suhu ruang dalam dipengaruhi oleh bahan finishing dari fasad bangunan. Fasad bangunan dengan difinishing cat mengalami penurunan hingga 20C dibandingkan dengan suhu rata-tara di luar.

Letak geografis Kota Bandung yang berada diiklim tropis mengakibabkan pancaran sinar matahari yang langsung masuk ke dalam ruangan akan membawa panas langsung sebesar daya panas sama dengan panas di luar bangunan. Sehingga perlu dihindari panas langsung sinar matahari. Penggunaan tritisan menjadi salah satu solusi dalam mengatasi pancaran sinar matahari langsung. Adanya tritisan tidaklah membuat kondisi suasana ruang menjadi gelap, karena cahaya terang alam masih bisa masuk ke dalam bangunan.

KESIMPULAN

Desain fasad yang optimal untuk kenyamanan termal dirancang dengan mempertimbangkan kondisi kota Bandung dalam iklim tropis, yaitu melalui desain fasad dengan menggunakan kanopi atau kulit ganda serta amplop bangunan. Untuk mengukur kenyamanan termal menggunakan simulasi lintasan matahari setiap jam dan pertimbangan data dari meteoblue, serta pengukuran menggunakan Rayman dan CBE Thermal Comfort Tool dengan hasil kenyamanan termal dalam ruangan rata-rata 19o C - 24o C.

Kondisi di tengah ruangan pada mikro house disebabkan oleh perpindahan panas matahari yang disalurkan melalui desain dinding ruangan, baik melalui bukaan dan elemen isolasi. Jumlah panas yang memasuki ruangan pada siang hari bisa mencapai 800-1000 watt / m2 / jam.

Finishing dinding fasad sangat signifikan dalam mengurangi beban panas. Untuk daerah yang dingin, lebih baik menggunakan dinding bata ekspose, dan sebaliknya untuk daerah yang panas lebih baik menggunakan dinding yang diplester dengan finishing cat.

Untuk mengurangi panas sinar matahari langsung ke dinding bangunan dapat dikurangi dengan menggunakan kanopi dan naungan matahari dalam bentuk yang disesuaikan dengan fungsi dan banyak sinar matahari terpapar ke dinding. Efisiensi energi terkait dengan mengoptimalkan fasad bangunan tergantung pada seberapa besar peran desain dinding fasad dalam upaya mengurangi beban panas sinar matahari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih Penghargaan ditujukan kepada (1) LPPM Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mendukung dalam pendanaan penelitian; (2) Pengelola Laboratorium Desain Interior yang telah memberi dukungan selama penelitian; Dan (3) Masyarakat kampung Taman Hewan Balubur-Tamansari, kota Bandung, Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

Carmona, M., Heath, T., Oc, T., & Tiesdell, S. (2003). *Urban Spaces-Public Places: The Dimensions of Urban Design.* Oxford: Architectural Press.

Erhorn, H. (2013). *The Age of Positive Energy Building has Come*. Fraunhofer Institute of Building Physics, Stuttgart.

Fanger, P. (1972). *Thermal Confort*. New York: McGraw-Hill.

Frick, H., & Mulyani, T. H. (2006). *Arsitektur Ekologis, Konsep arsitektur ekologis di iklim tropis, penghijauan kota dan kota ekologis, serta energi terbarukan.* Semarang: Kanisius dan Soegijapranata University Press.

Hinrich, R. K. M. (2005). *Energy-Its used and the Environment, Fourth edition*. United States: Thomson Book Cole.

Invernizzi, T. (1998). *Maion Tropical d'Asie*. Koln: Benedickt Taschen Verlag GmbH.

Karyono, T. H. (2014). *Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia.* (edisi ke-2). Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Kier, R. (1979). *Urban Space*. London: Academy Edition.

Kolokotsa, D., Rovas, D., Kosmatopoulos, E., & Kalaitzakis, K. (2010). A Roadmap towards intelligent net zero and positive enerby building. *Journal Solar Energy*. Retrieved from www.elsevier.com/locate/solener

Kostoff, S. (1977). *The City Assembled: The Elements of Urban Form Through History*. London: Thames and Hudson.

Krishan, A. (2001). *Climate Responsive Architecture*. New Delhi: Mc Graw Hill.

Latifah, N. L. (2015). *Fisika Bangunan 1*. Bandung: Griya Kreasi.

Miller, W. (2012). Anatomy of a Sub-tropical Positive Energy Home (PEH). *Journal Building and Environment, 56*, 57–68.

Mintorogo, D. S. (1999). Strategi "Daylighting" Pada Bangunan Multi-Lantai Diatas Dan Dibawah Permukaan Tanah. *Dimensi Teknik Arsitektur*, *27*(1), 64–71.

Mustika, N. W. M. (2010). *Optimasi pencahayaan alami untuk efisiensi energi pada rumah susun dengan konfigurasi Tower Di Denpasar Studi Kasus : Rumah Susun Dinas Kepolisian Daerah Bali*. Institut

Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
Permana, A. Y. (2014). *Transformasi Gubahan Ruang: Pondokan Mahasiswa di Kawasan Balubur Tamansari Kota Bandung*. Universitas Diponegoro. Retrieved from http://eprints.undip.ac.id/62084/
Permana, A. Y., Susanti, I., & Wijaya, K. (2017). KAJIAN OPTIMALISASI FASAD BANGUNAN RUMAH TINGGAL. *Jurnal Arsitektur Arcade*, *1*(1), 27–34.
Prianto, E. (2012). Strategi Disain Fasad Rumah Tinggal Hemat Energi. *Jurnal Riptek, Bappeda Kota Semarang*, *6*(1), 54–64.
Rachmat, W. B. (2000). *Perkembangan Kota dan Beberapa Permasalahannya. Sebuah Bacaan Pelengkap untuk Sosiologi Masyarakat Kota*. Yogyakarta: Fakultas Sosial dan Politik UGM.
Roaf, S., Hyde, R., Campbell, C., & Seigert, M. (2010). Transforming markets in the built environment and adapting to climate change: An introduction. *Architectural Science Review*, *53*(1), 3–11. https://doi.org/10.3763/asre.2009.0104
Satwiko, P. (2005). *Arsitektur Sadar Energi*. Yogyakarta: Andi Press.
Setioko, B. (2010). *Integrasi Ruang Perkotaan di Kelurahan Meteseh Kawasan Pinggiran Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
Soegijanto. (1999). Pengaruh Selubung Bangunan terhadap Penggunaan Energi dalam Bangunan. In *Seminar Arsitektur Hemat Energi*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
Sugiri, A., Buchori, I., & Soetomo, S. (2011). Sustainable Metropolitan Development: Towards an Operational Model for Semarang Metropolitan Region. *The International Journal of Environmental, Cultural. Economic and Sosial Sustainability*, *7*(5).
Sukawi. (2011). Penerapan Konsep Sadar Energi dalam Perancangan Arsitektur yang Berkelanjutan. In Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional A VoER ke-3 Palembang* (pp. 136–143). Palembang: Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
Sunarti, Syahbana, J. A., & Manaf, A. (2014). Slum upgrading without displacement at Danukusuman Sub-District Surakarta City. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, *5*(3), 213–225. Retrieved from http://tuengr.com/V05/0213M.pdf
Thiers, S., & Peuportier, B. (2012). Energy and environmental assessment of two high energy performance residential buildings, *51*, 276–284. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.11.018
UNEP SBCI. (2009). Building and Climate Change: Summary for decision makers. In *UNEP DTIE Sustainable Consumption and Production Branch*. Paris, France: UNEP SBCI, 2009, Building and Climate Change: SummarUNEP DTIE Sustainable Consumption and Production Branch.
UNESCAP, & UNHABITAT. (2008). *Perumahan bagi Kamu Miskin di Kota-kota Asia. Urbanisasi: Peran Kaum Miskin di dalam perkembangan Kota*. Bangkok Thailand: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP).
Wai, T. K. (1994). *Sustainable Symbiotic Systemic Phenomenon*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
Widayanti, R., Suparman, A., & Sekarsari, N. (2010). Kajian Aspek Pemakaian Energi Pada Sistem Bangunan Tradisional Jawa. In *Seminar Teknik Arsitektur Universitas Gunadarma*. Jakarta: Universitas Gunadharma.
Yuliani, S. (2013). Paradigma Ekologi Arsitektur sebagai Metode Perancangan dalam Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. Retrieved from https://eprints.uns.ac.id/id/eprint/12832