

PENERAPAN ARSITEKTUR EKOLOGIS PADA STRATEGI PERANCANGAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN PERTANIAN DI SLEMAN

Amalia Dian Utami¹, Sri Yuliani², Ummul Mustaqimah³

Program Studi Arsitektur, Universitas Sebelas Maret

Email : amaliadianutami007@gmail.com

Program Studi Arsitektur, Universitas Sebelas Maret

Program Studi Arsitektur, Universitas Sebelas Maret

Abstract: *The design of Sleman Agricultural Vocational High School (SMK Pertanian Sleman) with the approach of ecological architecture is motivated by three things : the existence of agricultural potential in Sleman, the prospect of Agricultural Vocational School in Sleman, and the need to apply ecological architecture on buildings constructed in predominantly agricultural area. SMK Pertanian Sleman aims to educate the community in the surrounding area, create innovations, and a place to learn modern agriculture. The method used is architectural design that combines the ecological architecture essence according to Heinz Frick, Wanda Widigdo, and V.A. Metallinaou which is combined with ecological architectural components according to Ken Yeang. The result is the design of educational facility which includes classrooms, laboratories, mini market where students can sell their agriculture product, and other support rooms.*

Keywords: *school of agriculture, ecological architecture, Sleman*

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Sleman adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki salah satu sektor unggulan yaitu sektor pertanian. Hal ini dibuktikan dengan data berikut pada tahun 2015, Pemerintah Kabupaten Sleman menyatakan bahwa sektor penyerap tenaga kerja terbanyak adalah sektor pertanian. Hampir setengah dari wilayah Kabupaten Sleman atau 22.233 ha adalah lahan pertanian yang subur (Pemerintah Kabupaten Sleman, 2016).

Melihat potensi pertanian di Kabupaten Sleman, Petunjuk Teknis Pemanfaatan DAK Bidang Kedaulatan Pangan Sub Bidang Pertanian Tahun 2016 menyebutkan bahwa idealnya di daerah tersebut perlu disediakan infrastruktur dasar di bidang pertanian yang salah satunya adalah SMK Pertanian. (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2016a) SMK tersebut bertujuan untuk mengedukasi masyarakat, khususnya generasi muda.

Data Pemerintah Kabupaten Sleman tahun 2016 menunjukkan bahwa hanya 3% SMK yang menyediakan jurusan pertanian. Saat ini, hanya tersedia dua SMK di Kabupaten Sleman yang memiliki jurusan pertanian..

SMK Pertanian yang direncanakan akan memiliki jurusan Agribisnis Produksi Tanaman dan Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan. Untuk mendukung kegiatan belajar mengajar, sekolah ini akan memiliki fasilitas yang sesuai dengan standar Peraturan Menteri Pendidikan Nasional tentang Standar Sarana Dan Prasarana untuk Sekolah Menengah Kejuruan/ Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK) No 40 Tahun 2008. Sekolah ini akan menerapkan sistem bertani yang memadukan pertanian dengan teknologi modern.. Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian ini berusaha mendidik siswanya agar dapat bertani dan berperilaku secara cerdas dalam mengolah sumber daya alam tanpa merusak alam itu sendiri. Maka dari itu, perlu suatu pendekatan arsitektur yang dapat menjadi koridor agar bangunan, sistem, dan kegiatan yang dilakukan di sekolah dapat

berkesinambungan dengan alam, tanpa merusaknya.

Arsitektur ekologis dapat dimaknai sebagai wadah pemenuhan kebutuhan terhadap aktivitas fisik maupun psikologis manusia yang mempertimbangkan hubungan timbal balik terhadap lingkungan sekitarnya demi kelestarian alam. Kaitannya dengan pertanian, ekologi menjadi induk dari lingkungan. Pertanian menjadi sub dari ekologi yang saling berkesinambungan. Penerapannya dalam pertanian terlihat pada pertanian organik. Dengan pertanian organik maka kelestarian ekologi akan terjaga dan terkait dalam permasalahan hubungan ekologi dan pertanian maka hal ini sangat berhubungan. Bila menggunakan pertanian organik maka kelestarian ekosistem akan terjaga pula. Disinilah letak pentingnya pendekatan ekologis bagi kegiatan pertanian di SMK Pertanian ini.

Dasar pertimbangan penerapan arsitektur ekologis pada rancangan bangunan SMK Pertanian adalah Perda Kabupaten Sleman Nomor 2 Tahun 2015, yang menyatakan bahwa bangunan gedung harus bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya alam. Di samping itu, terdapat pula fakta yang menunjukkan bahwa 40 % energi dan material dunia dikonsumsi bangunan gedung. Sebagai respon dari fakta tersebut, maka diperlukan pendekatan arsitektur ekologis pada bangunan SMK ini agar dapat menghemat energi (Sukawi Widigdo, 2008). Selain itu, penerapan arsitektur ekologis dapat menekan penggunaan energi yang berlebihan misal listrik, air, dan bahan bakar.

II. METODE

Metode perancangan yang dilakukan terlebih dahulu adalah memilih teori arsitektur ekologis yang sesuai. Teori yang sesuai adalah teori milik Frick (2007), Widigdo (2008) dan Metallinaou (2006) tentang Arsitektur Ekologis. Berdasarkan pendapat para ahli-ahli tersebut, pada intinya pendekatan arsitektur ekologis pada arsitektur mengarah ke :

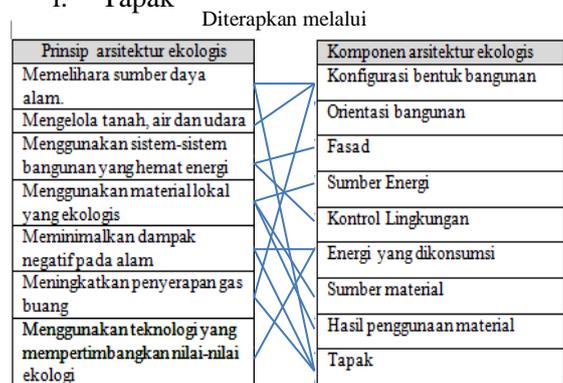
- a. Memelihara sumber daya alam.
- b. Mengelola tanah, air dan udara
- c. Menggunakan sistem-sistem bangunan yang hemat energi

- d. Menggunakan material lokal
- e. Meminimalkan dampak negatif pada alam
- f. Meningkatkan penyerapan gas buang
- g. Menggunakan teknologi yang mempertimbangkan nilai-nilai ekologi.

Prinsip-prinsip di atas akan menjadi kriteria pendekatan arsitektur ekologis pada bangunan dengan cara diterapkan pada aspek arsitektur ekologis menurut Yeang (1999) (Lihat Gambar 1). Prinsip tersebut juga dijadikan bahan untuk menganalisis pada tahap analisis.

Metode untuk menerapkan prinsip arsitektur adalah dengan cara menjustifikasikan pada aspek arsitektur ekologis. Aspek tersebut terdiri dari :

- a. Konfigurasi bentuk bangunan
- b. Orientasi bangunan
- c. Fasad dan Bukaian
- d. Sumber Energi
- e. Energi yang dikonsumsi
- f. Kontrol Lingkungan
- g. Sumber material
- h. Hasil penggunaan material
- i. Tapak



Gambar 1. Penerapan Arsitektur Ekologis
 Sumber : Frick (2007), Widigdo (2008), Metallinaou (2006) dan Yeang (1999) diolah oleh Amalia Dian Utami

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi eksisting tapak merupakan suatu hal yang diperhatikan karena dalam arsitektur ekologis, terdapat prinsip berupa memelihara sumber daya alam yang berarti harus memelihara tapak tersebut dan

memanfaatkan potensi yang ada pada tapak. Dengan memanfaatkan potensi tapak, hal yang ingin dicapai adalah dapat mengelola tanah, air, udara, meminimalkan dampak negatif terhadap alam, meningkatkan penyerapan gas buang. Kriteria tersebut diterapkan dengan cara tidak menggusur vegetasi eksisting pada tapak.

Proses yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi kondisi tapak yang berupa lahan seluas kurang lebih 1.5 ha yang berada di Dusun Delisari, Desa Ambarketawang, Kecamatan Gamping (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi Tapak

Keadaan tapak berupa lahan kosong bekas persawahan dan ditumbuhi vegetasi baik pada batas-batas tapak maupun di bagian tengah tapak yang terdiri dari pohon peneduh, pohon pengiring, pohon pendinding. Hasilnya pohon-pohon akan dipertahankan dengan cara pohon peneduh akan berfungsi sebagai penangas agar bangunan tidak terkena panas matahari yang berlebihan, pohon pendinding dapat dipertahankan untuk menjadi batas tapak alami atau dipadukan dengan pagar, pohon pengarah dapat dipadukan dengan *path* karena dapat memperjelas alur path, tanaman pelantai dapat tetap dipertahankan atau dipadukan dengan *paving block* sebagai penutup tanah (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Vegetasi Eksisting yang Dipertahankan

Penerapan arsitektur ekologis akan diuraikan dalam tujuh prinsip. Penerapan pertama adalah memelihara sumber daya alam yang akan dicapai dengan kriteria menghadirkan banyak ruang terbuka untuk mempertahankan keberadaan pohon. Untuk menghadirkan banyak ruang terbuka, yang perlu diperhatikan adalah penataan komposisi massa. Penataan massa terpecah akan memberikan ruang terbuka yang lebih banyak sehingga semakin banyak tumbuhan yang dapat dipertahankan dari tapak asli, semakin besar luas lahan yang dapat digunakan untuk budidaya tanaman, semakin besar kesempatan air hujan masuk ke dalam tanah (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Ruang Terbuka pada Bangunan

Penerapan prinsip kedua adalah mengelola tanah, air, dan udara yang masih berhubungan prinsip pertama yaitu memelihara sumber daya alam yang ada. Tujuannya agar bangunan dapat memenuhi kebutuhannya sendiri dengan cara memaksimalkan potensi alam yang telah dikelola. Prinsip ini berusaha agar air dapat terserap ke tanah, adanya pemisahan sampah organik dan anorganik untuk memelihara tanah, dan adanya ruang terbuka sebagai tempat hidup pohon yang dapat menyediakan suplai udara bersih.

Air dimasukkan ke tanah dengan adanya ruang untuk merembeskan air dengan cara membuat perkerasan hanya di bagian yang perlu yaitu jalan setapak. Jalan setapak pun menggunakan material perkerasan yang terdapat lubang yang dapat memberi peluang air masuk ke tanah seperti *grass block* (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Penggunaan Perkerasan *Grass Block*

Dalam hal memelihara tanah, perlu adanya tindakan untuk menghindari tanah terkontaminasi bahan yang sulit terurai. Caranya dengan adanya pemisahan sampah organik dan anorganik. Sampah organik berupa dedaunan hasil praktik siswa dapat langsung dibuang ke tanah karena dapat terurai dan dapat menyuburkan tanah. Untuk sampah anorganik yang sulit terurai akan didaur ulang terlebih dahulu menjadi benda-benda yang bermanfaat.

Dalam hal memelihara udara, hal yang dilakukan adalah memunculkan banyak ruang terbuka. Semakin banyak ruang terbuka, semakin banyak pula pohon yang dapat tumbuh pada tapak sehingga suplai udara segar akan meningkat (lihat Gambar 5).



Gambar 5. Pohon sebagai sumber udara segar

Penerapan prinsip ketiga adalah menggunakan sistem bangunan hemat energi yang dalam hal ini berusaha memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dari alam terutama cahaya matahari dan angin yang dimanfaatkan dalam hal pencahayaan dan dimanfaatkan panasnya dan angin juga dimanfaatkan dalam hal penghawaan. Dalam hal pencahayaan, karena matahari juga menghasilkan panas, maka untuk menghindari panas yang berlebihan dari, hal yang dilakukan adalah menambahkan

komponen tambahan seperti selasar dan teritisan (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Pemanfaatan Pencahayaan dan Penghawaan Alami pada Ruang

Penerapan prinsip keempat adalah prinsip menggunakan material lokal dengan cara menggunakan material yang mudah didapat dari sekitar tapak yang aman dan sehat bagi kesehatan dan mengekspos penggunaan material lokal pada beberapa bagian bangunan. Material adalah komponen yang dapat dilihat dan dirasakan sehingga harus merepresentasikan penerapan arsitektur ekologis. Pada prinsip ekologis, material yang termasuk dalam arsitektur ekologis adalah material yang mudah didapatkan dari lingkungan sekitar dan dampak penggunaannya yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Material lokal atau yang paling banyak terdapat di sekitar lokasi adalah pasir, batu kali, batu alam, batu bata dan genteng tanah liat dan bambu (lihat Gambar 7).



Gambar 7. Penggunaan Material Ekologis

Penerapan prinsip kelima adalah prinsip meminimalkan dampak negatif pada alam yang berusaha untuk mengurangi pencemaran terhadap udara, air, tanah. Sebagai bangunan yang ekologis, bangunan ini juga harus meminimalkan dampak buruk terhadap lingkungan. Artinya, sesuatu yang berpotensi mencemari lingkungan sebisa mungkin diolah secara mandiri pada bangunan agar dampak buruknya tidak mencemari lingkungan luar. Penerapannya adalah dengan cara mengolah

sampah dari hasil praktik yaitu sampah dedaunan untuk dijadikan kompos, mengolah limbah dari kegiatan, dan mengolah air kotor untuk dimanfaatkan menjadi air untuk menyiram tanaman praktek dan diolah menjadi biogas, menggunakan kembali material yang sudah tidak terpakai dari hasil pembangunan untuk diaplikasikan pada elemen-elemen bangunan.



Gambar 8. Penggunaan material bekas

Penerapan prinsip kelima adalah meningkatkan penyerapan gas buang. Gas buang dapat diserap dengan adanya komponen alami yaitu pohon. Tidak hanya menyerap, pohon juga dapat menghasilkan oksigen untuk menghasilkan kualitas udara yang lebih baik. Semakin banyak ruang terbuka, semakin banyak pohon yang dapat dipertahankan dan dilestarikan. Untuk itu, diperlukan banyak ruang terbuka sebagai tempat hidup pohon tersebut. Ruang terbuka didapatkan melalui massa yang ramping.

Penerapan prinsip keenam adalah menggunakan teknologi yang mempertimbangkan nilai-nilai ekologi. Tujuan dari penggunaan teknologi tersebut misalnya untuk meminimalkan dampak negatif pada alam dan untuk menghemat energi. Penggunaan teknologi diharapkan dapat memudahkan proses tersebut. Prinsip ini berusaha untuk menggunakan teknologi untuk mengolah limbah dari kegiatan. Mengingat lingkungan sekitar tapak masih terdapat persawahan dan selokan irigasi, maka hal yang paling krusial diterapkan adalah meminimalisir adanya limbah. Maka, penggunaan teknologi dalam hal ini diterapkan untuk mengolah limbah menjadi biogas dan menggunakan filter untuk mengolah air tampungan hujan untuk digunakan kembali untuk berbagai keperluan. Dalam arsitektur ekologis, perancangan juga perlu diperhatikan agar setiap ruang yang

didesain dipastikan dapat memenuhi kebutuhan dari kegiatan para pelaku. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya ruang yang tidak terpakai atau luasan ruang yang tidak sesuai. Semakin efektif ruang yang didesain, semakin hemat dan efektif pula penggunaan lahan. Untuk mencapai kriteria tersebut, maka hal yang dilakukan adalah menentukan ruang-ruang didasarkan pada kebutuhan pengguna sehingga harus bisa mengakomodir berbagai kegiatan tersebut kemudian menyusun perancangan memperhatikan keterkaitan antar satu ruang dengan yang lain agar suatu bangunan dapat berfungsi secara maksimal. Agar mengoptimalkan penggunaan lahan mengingat diperlukan pula banyak ruang terbuka, penyusunan perancangan yang saling berhubungan adalah disusun secara vertikal (lihat Gambar 9).



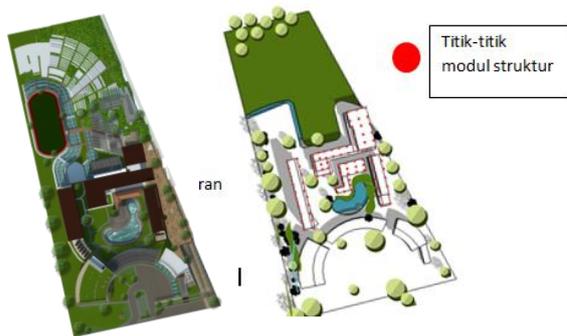
Gambar 9. Penyusunan Ruang Secara Vertikal

Seperti yang telah disebutkan, SMK Pertanian ini membutuhkan ruang terbuka sebagai sarana untuk menerapkan prinsip arsitektur ekologis. Maka, konfigurasi bentuk bangunan menjadi pertimbangan agar dapat memunculkan ruang terbuka. Dalam hal ini, maka kriteria dalam menentukan massa adalah massa yang dapat menyesuaikan bentuk tapak yaitu trapesium, dapat memberi ruang pada vegetasi yang telah ada pada tapak, dapat memberi ruang untuk ruang terbuka hijau sesuai peraturan daerah yang berlaku, dapat memberi kesan formal karena bangunan berkaitan dengan kegiatan pendidikan, dapat memperbanyak ruang terbuka sebagai tempat hidup pepohonan

Bentuk yang digunakan adalah bentuk yang dapat memberikan kesan wajar, fleksibel, mudah diatur dan mempunyai optimasi ruang yaitu bentuk balok. (Lihat Gambar 8). Balok juga dapat menyebarkan angin karena bentuknya yang ramping, tanpa terjadi turbulensi yang berlebihan pada bangunan. Bentuk balok yang ramping juga

berpotensi mendapat sinar matahari secara merata di seluruh bagian.

Untuk mendukung sistem struktur, struktur yang digunakan adalah rigid frame dengan pondasi yang digunakan adalah sistem pondasi tiang pancang. Modul struktur yang dipakai khususnya pada kelas (bangunan pembelajaran) dan laboratorium (bangunan praktek) adalah 4x6 dengan memperhitungkan luasan ruang kelas sesuai standar yaitu 48 m². (Lihat Gambar 10)



Gambar 10. Konfigurasi Massa

Dalam hal tapak khususnya penzoningan, zona-zona disusun sesuai dengan kebutuhannya. Tujuannya agar mempermudah dalam hal pencapaian dan memenuhi kebutuhan khusus misalnya privasi dan ketenangan. Zona-zona akan disusun secara vertikal sebagai penerapan prinsip arsitektur ekologis yaitu menghemat penggunaan lahan. Makan, untuk penyusunan posisi zona, zona umum atau penunjang berada pada area yang berhubungan dengan jalan raya agar mudah dalam pencapaian, zona pertanian berada pada area yang berhubungan dengan area pertanian (lihat Gambar 11).



Gambar 11. Pembagian Zonapada Bangunan

Seperti yang telah disebutkan, bangunan sekolah ini akan memaksimalkan potensi alam terutama matahari dan angin. Untuk mendapatkannya, maka perlu ditentukan arah hadap yang tepat agar cahaya matahari dan angin dapat masuk ke ruangan sehingga berfungsi secara optimal. Jika dilihat dari kejadian sehari-hari, matahari terbit di sisi timur dan tenggelam di sebelah barat sehingga semua sisi baik timur, barat, utara, selatan, akan tetap mempunyai potensi sinar matahari. Bukaan pada ruang-ruang khususnya ruang kelas dan kantor dapat diletakkan pada sisi utara, selatan, maupun timur. Bukaan di sisi barat dapat dilindungi dengan cara mempertahankan pohon eksisting atau dengan menambahkan *secondary skin* (lihat Gambar 12).



Gambar 12. Penambahan Selasar

Mengenai arah hadap untuk menentukan *point of interest* pada bangunan, perdasarkan kondisi eksisting yang mempertimbangkan letak jalan raya, arah datang pengguna berasal dari arah selatan dan timur. Dengan demikian, muka bangunan yang mengarah ke arah timur dan selatan harus dibuat semenarik mungkin guna menjadi *point of interest* dari bangunan tersebut (lihat Gambar 13).

Sedangkan dalam hal kemudahan pencapaian, arah hadap bangunan untuk kegiatan praktik dan lahan praktik diutamakan menghadap ke arah barat atau utara agar berhubungan dengan lahan pertanian di sekitar tapak.



Gambar 13. Muka Utama Bangunan

Suatu bangunan memerlukan suatu sisi atau fasad untuk dijadikan *point of interest* yang dapat berfungsi sebagai identitas bangunan dan sekaligus berfungsi sebagai representasi penerapan arsitektur ekologis. Maka, untuk merepresentasikan penerapan arsitektur ekologis pada tampilan bangunan, maka dilakukan penggunaan material yang tergolong material ekologis yaitu Muka menggunakan material lokal yang mudah didapatkan di sekitar dan ramah lingkungan yaitu bambu, batu bata, batu kali, dll, merepresetasikan kegiatan pertanian di dalamnya dengan cara pembuatan vertical garden yang berisi tanaman praktik siswa dan menggunakan pot berupa botol plastik yang telah didaur ulang siswa. Sedangkan pohon-pohon peneduh yang ada di sisi timur dan selatan dipertahankan atau ditambah sehingga bangunan matahari tidak masuk secara langsung sehingga suasana bangunan lebih teduh dan sejuk. Pohon munggur di sebelah barat juga akan dipertahankan agar bangunan tidak terpapar langsung cahaya matahari sore.



Gambar 12. Fasad Bangunan

Hal yang juga penting dalam perancangan bangunan dengan penerapan arsitektur ekologis adalah kontrol lingkungan mengingat lingkungan sekitar tapak masih terdapat persawahan dan selokan irigasi, maka hal yang paing krusial diterapkan adalah meminimalisir adanya limbah. Maka, sebisa mungkin, air buangan diolah menjadi hal yang lebih bermanfaat missal menjadi air yang layak digunakan untuk kegiatan praktik, keperluan cuci tangan, memasak, mengolah produk, dan keperluan metabolisme. Limbah dari toilet juga diolah menjadi biogas agar tidak mencemari tanah dan air. Dari pengolahan ini akan dihasilkan sesuatu yang dapat digunakan kembali yang dalam hal ini digunakan untuk mengolah hasil pertanian. Sebagai bangunan dengan pendekatan arsitektur ekologis, maka sebisa mungkin bangunan dapat menyediakan kebutuhannya

sendiri yang dalam hal ini misalnya adalah air bersih. Bangunan sekolah ini juga berusaha untuk tidak membuang limbah ke lingkungan luar karena limbah akan diolah secara mandiri (lihat Gambar 13).



Gambar 13. Kontrol Lingkungan pada Bangunan

Metode perancangan dan proses analisis yang dilakukan menghasilkan sebuah hasil berupa desain rancangan SMK Pertanian dengan pendekatan arsitektur ekologis (lihat gambar 14).

Nama Bangunan Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian. Lokasi obyek perancangan di Jl Wates, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Luas Lahan: 22.163 m², Luas Bangunan: 4.432 m² mengakomodasi kegiatan Pendidikan, Pemasaran hasil praktek pertanian siswa.



Gambar 14. Penerapan Arsitektur Ekologis pada Bangunan



Gambar 15. Ekterior



Gambar 16. Interior

IV. KESIMPULAN

Pada perancangan Sekolah Menengah Kejuruan pertanian dengan pendekatan arsitektur ekologis ini, prinsip-prinsip yang diterapkan adalah

- Memelihara sumber daya alam.
- Mengelola tanah, air dan udara
- Menggunakan sistem-sistem bangunan yang hemat energi

- Menggunakan material lokal
- Meminimalkan dampak negatif pada alam
- Meningkatkan penyerapan gas buang
 - Menggunakan teknologi yang mempertimbangkan nilai-nilai ekologis.

Karena objek yang dirancang berlokasi di Sleman, maka yang menjadi faktor utama penerapan arsitektur ekologis adalah:

- Lingkungan Kabupaten Sleman
- yang didominasi lahan pertanian sehingga sebisa mungkin tidak tercemar agar terjaga kelestariannya.
- Perda Kabupaten Sleman Nomor 2 Tahun 2015, yang menyatakan bahwa bangunan gedung harus bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya alam.

REFERENSI

- Badan Lingkungan Hidup, 2014. *Bidang Pertanian. 2014.*
- Badan Pusat Statistika Kabupaten Sleman, 2016. *Kabupaten Sleman Dalam Angka.*
- Frick, H., 2007. *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis.* Kanisius, Yogyakarta.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan » Republik Indonesia [WWW Document], n.d. URL <http://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2016/10/kemendikbud-terus-tingkatkan-pencapaian-program-prioritas-pemerintah> (accessed 11.7.16).
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2016. *Petunjuk Teknis Pemanfaatan DAK Bidang Kedaulatan Pangan Sub Bidang Pertanian Tahun 2016* 11.
- Lingga, P., 2009. *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah.* Penebar Swadaya, Jakarta.
- Metallinou, V.A., 2006. *Ecological Propriety and Architecture* 86, 15–22.
- Pemerintah Kabupaten Sleman, 2016. *Pemerintah Kabupaten Sleman » Topografi* [WWW Document]. URL <http://www.slemankab.go.id/profil->

kabupaten-sleman/geografi/topografi
(accessed 11.7.16).

Sukawi, Widigdo. 2008. *Ekologi
Arsitektur : Menuju Perancangan
Arsitektur Hemat Energi dan
Berkelanjutan 1.*

Yeang, K., 1999. *The Green Skyscraper:
The Basis for Designing Sustainable
Intensive Buildings.* Prestel, United
Kingdom.