

PENERAPAN PRINSIP-PRINSIP ARSITEKTUR EKOLOGIS PADA DESAIN SEKOLAH ALAM DI KOTA BOGOR

Zeta Khwarizmi Sulthan, Wiwik Setyaningsih, Agus Heru Purnomo
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
Email: zetakhwarizmi@student.uns.ac.id

Abstrak

Sekolah alam adalah bentuk pendidikan alternatif yang menggunakan alam sebagai media utama pembelajaran siswa. Sekolah alam merupakan wadah kegiatan pendidikan yang menerapkan metode pembelajaran berwawasan lingkungan. Kota Bogor merupakan salah satu kota dengan potensi alam yang cukup besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai pendukung kegiatan di sekolah alam. Minat terhadap adanya sekolah alam di Kota Bogor semakin meningkat tiap tahunnya, namun jumlah sekolah alam di Kota Bogor untuk tingkat dasar sampai menengah masih kurang mencukupi. Tujuan penelitian ini untuk menerapkan prinsip-prinsip arsitektur ekologis pada desain Sekolah Alam Kota Bogor. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif kualitatif dengan tahapan eksplorasi main idea, eksplorasi data yang didapat dari survey, wawancara, studi preseden, serta studi literatur, kemudian tahap analisis data, dan tahap perumusan konsep desain. Pendekatan arsitektur ekologis digunakan karena prinsip-prinsip ekologis yang tidak lepas dari lingkungan, selaras dengan konsep sekolah alam yang menerapkan pendidikan berwawasan lingkungan. Prinsip-prinsip arsitektur ekologis di antaranya merespon iklim setempat, meminimalkan penggunaan energi, memanfaatkan material lokal, serta menyediakan sumber energi, air, dan pembuangan limbah. Penerapan prinsip-prinsip dalam bangunan ini terdapat pada perancangan tapak, ruang, tampilan bangunan, struktur, serta utilitas.

Kata kunci: sekolah alam, arsitektur ekologis, Bogor

1. PENDAHULUAN

Pendidikan alternatif merupakan istilah untuk program atau metode pemberdayaan siswa yang dilakukan dengan cara tradisional. Pendidikan alternatif dapat dikategorikan dalam empat bentuk pengorganisasian, yaitu: sekolah publik pilihan, sekolah publik untuk siswa bermasalah, sekolah swasta/*independent*, dan pendidikan di rumah (*home schooling*) (Mintz, 1994).

Menurut Loula Maretta selaku pendiri dari *Green Education*, orangtua sekarang banyak merindukan pendidikan alternatif yang tidak hanya fokus ke akademik. Pendidikan memang mestinya mengembangkan multi-intelegensia tiap anak. Sekolah alam menjadi salah satu pilihan yang ada sebagai sekolah yang menerapkan pendidikan alternatif. Menurut Agus Gusnul Yakin selaku *Principal* Sekolah Alam Bogor, kepedulian orangtua dan masyarakat soal alam belakangan ini semakin tumbuh. Awalnya banyak keraguan dari orangtua mengenai sekolah alam karena pendidikan yang ditawarkan tidak seperti sekolah umum (Kompas, 2009).

Seperti yang dikatakan oleh Djuwita (dalam Virrayani & Sulistijowati, 2014), sekolah alam adalah salah satu bentuk pendidikan alternatif yang menggunakan alam sebagai media utama sebagai pembelajaran siswa didiknya. Tidak seperti sekolah biasa yang lebih banyak menggunakan metode belajar mengajar di dalam kelas, para siswa lebih banyak belajar di alam terbuka. Sekolah alam merupakan wadah kegiatan pendidikan yang menerapkan metode pembelajaran berwawasan lingkungan. Tujuan dari metode pembelajaran tersebut, agar peserta didik dapat mengeksplorasi hal-hal di sekitarnya sehingga mendapatkan pengalaman langsung dari alam. Alam menjadi faktor yang sangat penting karena berfungsi sebagai ruang belajar, media mengajar, serta objek pembelajaran. Metode pembelajaran yang berlangsung di alam akan membuat siswa lebih aktif dan tidak mudah bosan dalam mengikuti pembelajaran.

Kota Bogor merupakan tempat yang strategis sebagai lokasi berdirinya Sekolah Alam. Kota Bogor memiliki banyak daerah dengan potensi alam yang dapat dimanfaatkan untuk membantu keberlangsungan kegiatan di Sekolah Alam. Potensi alam di Kota Bogor, di antaranya banyak terdapat gunung, sungai, dan pepohonan hijau yang cukup rindang, terlebih tingkat polusi yang relatif rendah ketimbang Jakarta. Faktor intensitas hujan yang cukup sering juga menambah keasrian kota. Suhu yang tidak begitu panas menjadi nilai tambah tersendiri.

Sekolah alam yang ada di Kota Bogor sampai saat ini berjumlah 6 sekolah. Namun, sekolah alam di Kota Bogor yang dapat menerima siswa dari tingkat dasar sampai menengah masih kurang mencukupi. Hal ini menjadi permasalahan bagi orang tua yang ingin melanjutkan pendidikan anaknya di Sekolah Alam dengan tingkat yang lebih tinggi. Dengan kondisi ini, maka dibutuhkan Sekolah Alam yang dapat menerima siswa dari tingkat dasar hingga menengah ke atas di Kota Bogor.

TABEL 1
DAFTAR SEKOLAH ALAM DI KOTA BOGOR

No.	Nama Sekolah	Kecamatan	Jenjang Pendidikan
1.	Sekolah Alam Bogor	Bogor Utara	TK, SD
2.	SMPS Sekolah Alam Bogor	Bogor Utara	SMP
3.	Sekolah Alam Islam Talasia	Tanah Sareal	TK, SD
4.	Sekolah Alam Cendekia Bogor	Bogor Barat	SMP
5.	Sekolah Alam Katulampa	Bogor Timur	TK
6.	Sekolah Alam Al Giva	Bogor Barat	TK, SD

Sumber : Kemendikbud, 2018

Pendekatan arsitektur ekologis dapat digunakan sebagai acuan dasar dalam merancang Sekolah Alam Kota Bogor. Prinsip-prinsip ekologis yang tidak lepas dari lingkungan, selaras dengan konsep sekolah alam yang menerapkan pendidikan berwawasan lingkungan, sehingga siswa akan dikenalkan secara seksama bagaimana caranya belajar dan memahami keadaan lingkungan sekitarnya secara berkelanjutan.

Prinsip-prinsip arsitektur ekologis menurut Frick (2007), yaitu merespon iklim setempat, meminimalkan penggunaan energi, memanfaatkan material lokal, menyediakan sumber energi, air, pembuangan limbah, serta penggunaan teknologi tepat guna yang manusiawi. Arsitektur ekologis memiliki unsur-unsur pokok yang dapat menghubungkan bangunan dan lingkungannya. Unsur-unsur tersebut adalah bumi, air, api, dan angin.

2. METODE PENELITIAN

Main idea atau ide dasar merupakan tema yang akan diambil untuk dijadikan sebagai objek rancang bangun. Ide dasar ini dapat diperoleh dari fenomena yang sedang terjadi di masyarakat. Sekolah alam dipilih menjadi *main idea* dalam konsep perencanaan dan perancangan arsitektur. Setelah menentukan *main idea*, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan sekolah alam. Permasalahan tersebut mencakup permasalahan makro, meso, hingga mikro. Setelah menemukan permasalahan yang terkait dengan sekolah alam, maka dilakukan eksplorasi data. Eksplorasi data dilakukan untuk mendukung penyusunan Konsep Perencanaan dan Perancangan Sekolah Alam dengan Pendekatan Arsitektur Ekologis di Kota Bogor. Data dapat diperoleh dengan cara survey langsung, wawancara dengan narasumber yang terkait, melakukan studi banding, ataupun melalui studi literatur. Data yang sudah didapat kemudian diolah sesuai dengan pembahasan yang sudah ditentukan.

Analisis data diperlukan untuk dapat menentukan kriteria-kriteria yang sesuai dengan sekolah alam yang diinginkan, sehingga mendapatkan pilihan-pilihan solusi desain yang dapat digunakan

dalam perencanaan dan perancangan Sekolah Alam Kota Bogor. Analisis dilakukan dengan mengacu pada penerapan prinsip-prinsip arsitektur ekologis. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode interpretasi data dan analisis preseden. Setelah mendapatkan berbagai pilihan solusi desain mengenai tapak, peruangan, bentuk, struktur, dan utilitas, maka dapat ditentukan konsep yang sesuai dengan prinsip-prinsip arsitektur ekologis sebagai solusi desain yang bisa diterapkan pada bangunan Sekolah Alam Kota Bogor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sekolah alam yang direncanakan merupakan sekolah alam yang menerima siswa untuk jenjang pendidikan sekolah dasar (SD) sampai sekolah menengah pertama (SMP). Lokasi Sekolah Alam yang direncanakan terletak di Jl. Raya Baru Pabuaran, Kayu Manis, Tanah Sareal, Kota Bogor, Jawa Barat. Prinsip-prinsip arsitektur ekologis yang diterapkan pada bangunan Sekolah Alam di Kota Bogor, yaitu merespon iklim setempat, meminimalkan penggunaan energi, memanfaatkan material alami, serta menyediakan sumber energi, air, dan pembuangan limbah.

a. Merespon iklim setempat

Bangunan harus dapat beradaptasi dengan pengaruh iklim di daerah lokasi bangunan itu berada. Bangunan harus dapat bertahan dalam kondisi cuaca apapun, agar dapat mendukung kegiatan yang berlangsung di dalamnya, serta memberikan perlindungan dan kenyamanan terhadap penggunaannya. Menurut Setyaningsih (2015), pemanfaatan vegetasi yang terdapat pada tapak merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk merespon iklim setempat. Sebagai salah satu komponen dominan lansekap, vegetasi menjadi penting dalam membentuk lanskap ruang secara keseluruhan. Fungsi vegetasi, yaitu untuk menarik perhatian, membentuk iklim mikro, memberikan nilai estetika dan pembentuk ruang, melindungi atau membatasi, serta mengarahkan.

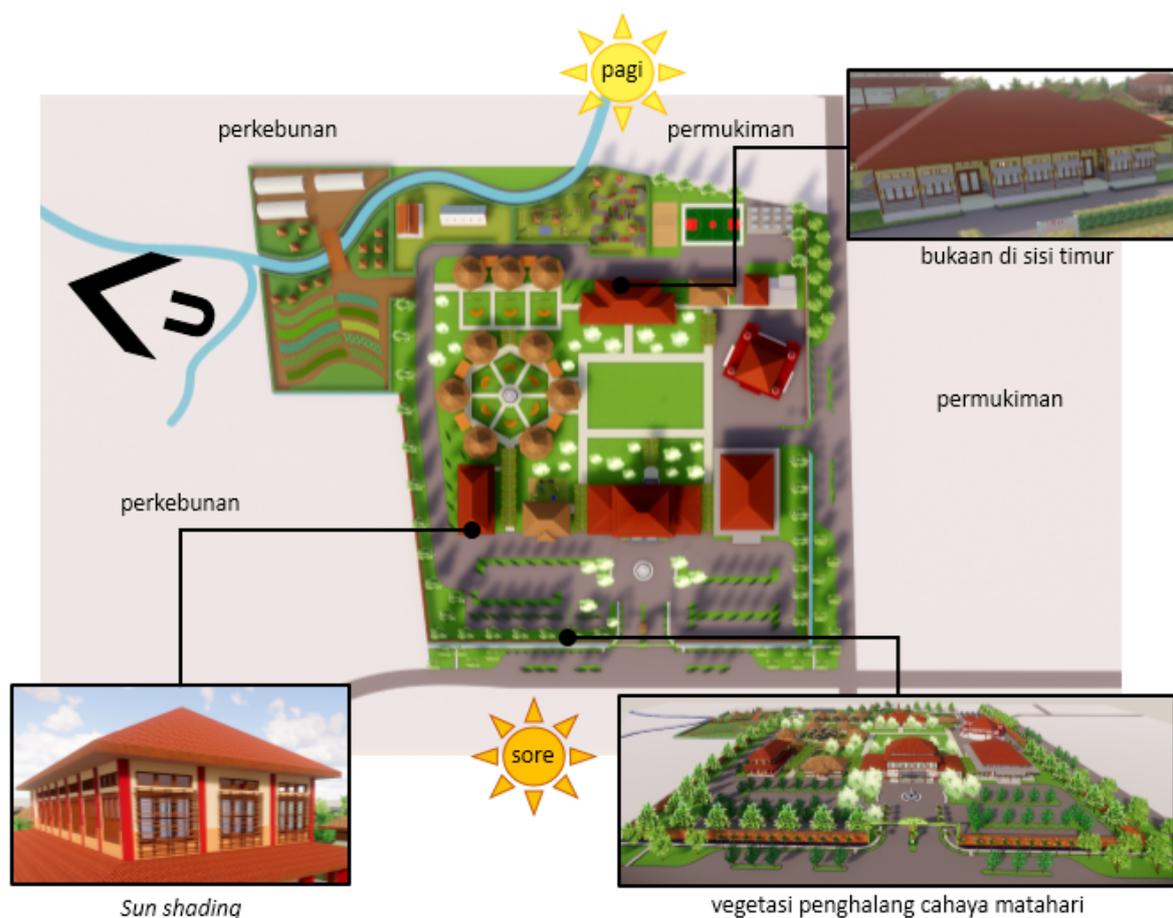
TABEL 2
FUNGSI DAN KRITERIA VEGETASI

Fungsi	Kriteria	Contoh Vegetasi
Menarik perhatian	struktur estetika pohon rindang, besar, mahkota memanjang, daun padat atau transparan, semak berdaun, dan berbunga indah	
Membentuk iklim mikro	pohon struktur memanjang atau vertikal, bercabang jauh di atas tanah, massa daun lebat	
Memberikan nilai estetika dan pembentuk ruang	pohon dengan struktur vertikal, bulat, segitiga, oval, dan memanjang, menengah hingga besar, padat atau transparan, berbunga lebat atau indah, semak berbunga dan semak berdaun	
Melindungi atau membatasi	pohon terstruktur vertikal, memanjang, sedang, besar, daun transparan, padat, berbunga indah atau berdaun	
Mengarahkan	pohon terstruktur vertikal, bercabang tinggi atau tanpa cabang	

Sumber : Setyaningsih, 2015

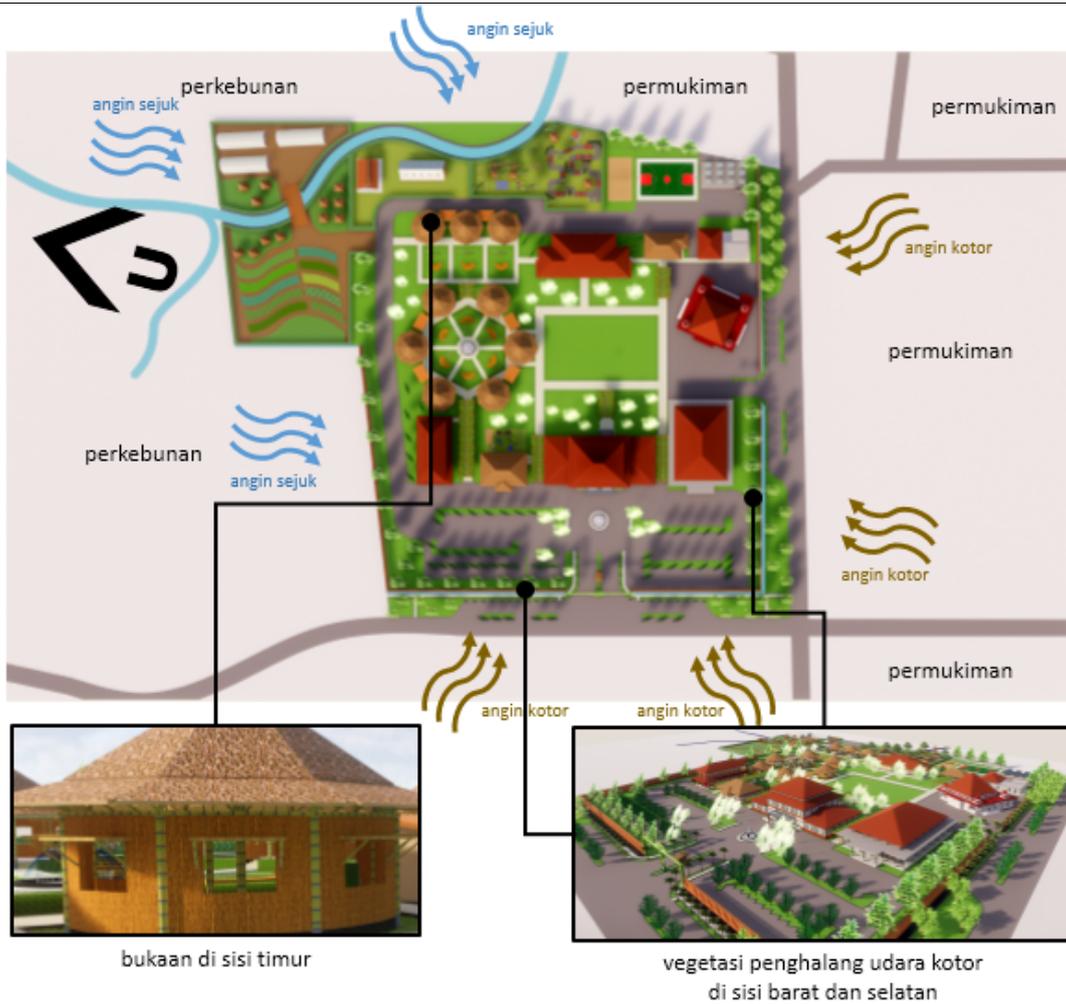
Bangunan Sekolah Alam Kota Bogor akan merespon iklim di daerah sekitar. Hal-hal yang akan direspon oleh bangunan Sekolah Alam Kota Bogor, di antaranya arah matahari, arah angin, serta curah hujan. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap orientasi bangunan, penzoningan, peletakkan vegetasi dan bukaan, bentuk atap, serta jenis material atap yang digunakan.

Faktor pertama yaitu mengenai arah matahari. Sinar matahari pagi yang hangat dan memiliki banyak manfaat dapat dimanfaatkan dengan cara membiarkan banyak sinar matahari masuk ke dalam bangunan. Hal tersebut dilakukan dengan memberi banyak bukaan di sisi bangunan sebelah timur. Sinar matahari sore yang terik tidak diperbolehkan langsung masuk ke dalam bangunan. Pengaplikasian *sun shading* dapat menjadi elemen yang mengatur sinar matahari agar tidak langsung masuk ke dalam bangunan. Menanam vegetasi yang cukup tinggi di sebelah barat juga dapat menghalangi sinar matahari sore agar tidak langsung mengenai bangunan.



Gambar 1
Respon desain terhadap arah matahari

Faktor kedua yaitu mengenai arah angin. Angin yang membawa udara kotor berasal dari sisi jalan utama, sedangkan pada sisi lain merupakan angin dengan intensitas kekuatan yang tidak ekstrem dan menyejukkan. Respon desain terhadap pergerakan angin adalah dengan memberi vegetasi tambahan di sisi barat dan selatan tapak sebagai penyaring udara kotor yang dibawa oleh angin dari jalan. Di sisi timur diberikan banyak bukaan pada bangunan karena angin yang berhembus dari timur adalah angin yang sejuk. Pengoptimalan penghawaan alami diaplikasikan dengan sistem *cross ventilation*, sehingga udara yang masuk dapat tersebar merata ke seluruh bangunan kemudian dikeluarkan.



Gambar 2
Respon desain terhadap arah angin

Faktor ketiga yaitu mengenai curah hujan. Hampir setiap hari turun hujan di Kota Bogor dalam setahun (70%), sehingga Kota Bogor dijuluki sebagai kota hujan. Beberapa ruang di sekolah alam memaksimalkan bukaan sehingga tidak dilindungi oleh dinding. Hal ini akan sangat rawan terkena air hujan saat hujan terjadi. Respon desain terhadap curah hujan yaitu dengan mempertimbangkan penggunaan material yang tepat, agar bangunan dapat lebih tahan lama apabila terkena air hujan. Selanjutnya, menentukan bentuk atap yang tepat dengan panjang tritisan lebih dari 1m. Pergola digunakan pada jalur sirkulasi, agar pengguna tidak kehujanan apabila ingin berpindah dari satu gedung ke gedung lain.

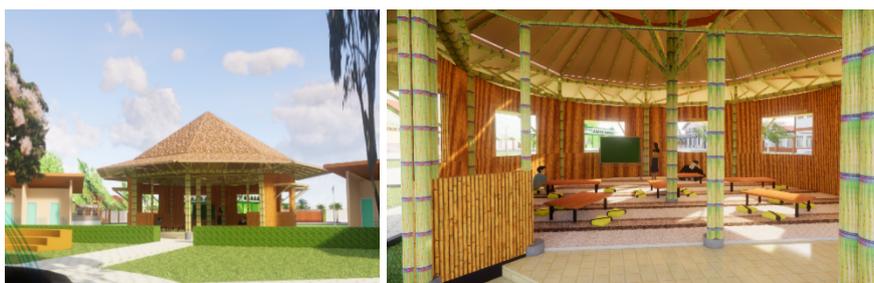


Gambar 3
Respon Desain terhadap Hujan

b. Meminimalkan penggunaan energi

Setiap bangunan membutuhkan energi untuk dapat mendukung kegiatan yang terjadi di dalamnya. Bangunan dengan prinsip arsitektur ekologis harus dapat meminimalkan penggunaan energi, terlebih lagi jenis energi yang tidak dapat diperbaharui. Cara yang dapat dilakukan untuk meminimalkan penggunaan energi, yaitu dengan memaksimalkan pencahayaan alami, memaksimalkan penghawaan alami, serta menggunakan panel surya.

Pertama, bangunan dengan arsitektur ekologis harus dapat meminimalkan penggunaan energi yang digunakan untuk pencahayaan buatan. Cahaya matahari dapat dimanfaatkan sebagai sumber pencahayaan alami. Oleh karena itu, cahaya matahari akan dimanfaatkan secara maksimal guna memberikan pencahayaan di ruang-ruang tertentu. Ruang yang dapat memanfaatkan cahaya matahari ini adalah ruang kelas. Ruang kelas berada pada bagian timur tapak, serta menggunakan konsep ruang yang terbuka agar cahaya matahari pagi yang masuk ke dalam ruang menjadi optimal, sehingga tidak membutuhkan penggunaan lampu yang banyak untuk menerangi ruang kelas.



Gambar 4

Pengoptimalan pencahayaan alami di ruang kelas

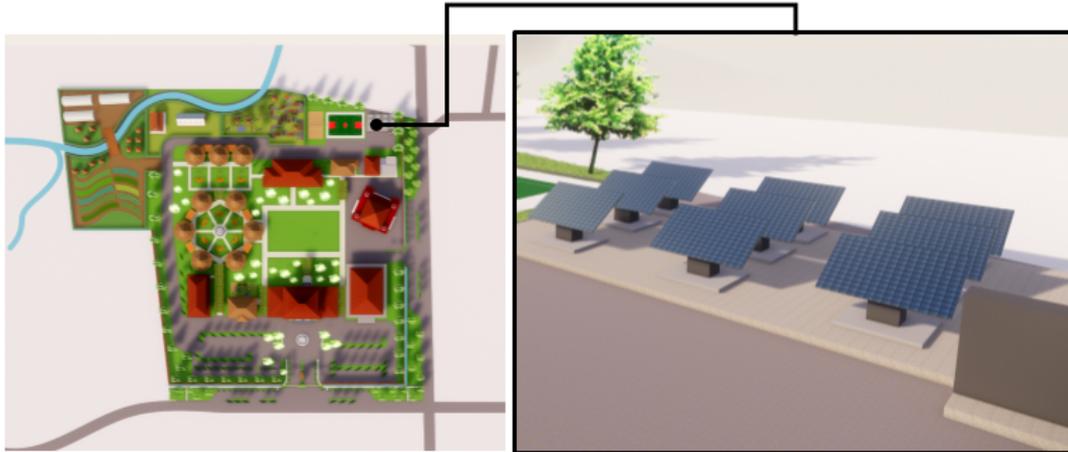
Kedua, bangunan dengan arsitektur ekologis harus dapat meminimalkan penggunaan energi yang digunakan untuk penghawaan buatan. Angin yang masuk ke dalam ruang dapat digunakan sebagai sumber penghawaan alami bagi ruang tersebut, sehingga bagian dalam ruang tersebut tidak perlu lagi menggunakan kipas angin atau AC. Ruang yang dapat memanfaatkan pergerakan angin untuk dijadikan penghawaan alami ini adalah ruang kelas. Ruang kelas akan menggunakan konsep ruang yang terbuka sehingga angin akan masuk ke dalam ruang kelas.



Gambar 5

Pengoptimalan penghawaan alami di ruang kelas

Ketiga, bangunan dengan arsitektur ekologis harus dapat meminimalkan penggunaan energi listrik. Penggunaan panel surya yang memanfaatkan energi dari matahari diharapkan dapat menghemat penggunaan energi listrik dari PLN. Dengan demikian, energi matahari yang tidak ada habisnya akan selalu memberi manfaat kepada kehidupan dengan cara dimanfaatkan sebagai panel surya.

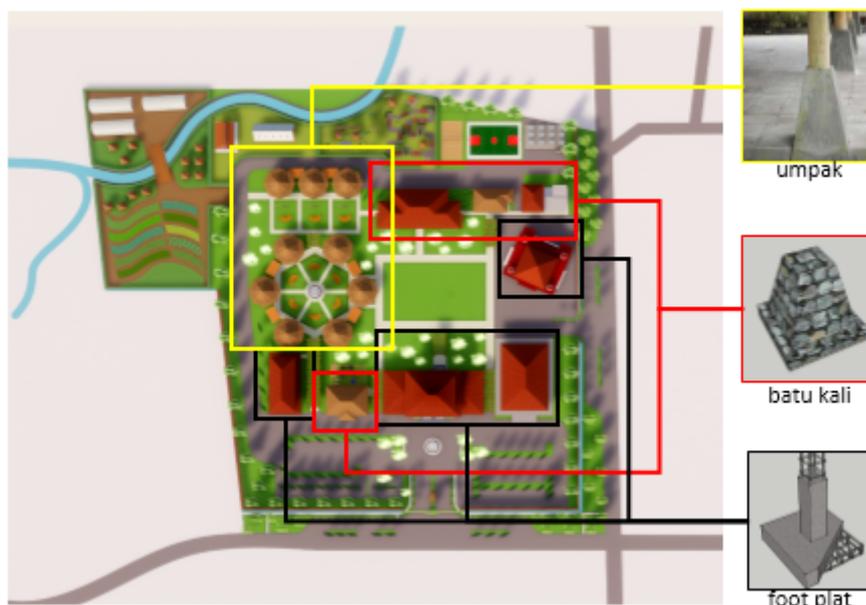


Gambar 6
Penggunaan panel surya

c. Memanfaatkan material lokal

Prinsip memanfaatkan 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 (Utami, 2017). Produksi harus menggunakan energi sesedikit mungkin, sebisa mungkin untuk memperbaharui sumber daya alam yang digunakan untuk bahan bangunan, serta dalam proses produksi tidak boleh mencemari lingkungan.

Material yang digunakan untuk pondasi, akan ditentukan berdasarkan jenis pondasi itu sendiri. Jenis pondasi yang digunakan pada bangunan dengan tinggi 1 lantai adalah pondasi batu kali dan umpak, sedangkan untuk bangunan dengan tinggi 2 lantai menggunakan pondasi *foot plat*. Material yang digunakan untuk pondasi umpak yaitu beton tidak bertulang. Pondasi batu kali menggunakan material batu kali. Pondasi *foot plat* menggunakan material beton bertulang. Pondasi dipilih berdasarkan pada pertimbangan bahwa pondasi tersebut sesuai dengan daya dukung tanahnya.



Gambar 7
Jenis pondasi bangunan sekolah alam

Jenis *super* struktur yang dipilih adalah struktur *rigid* dan rangka bambu pada massa bangunan sekolah alam. Hal ini guna mengoptimalkan potensi kawasan yang terdapat material bambu sehingga menjadi lebih efisien. Struktur *rigid* akan lebih digunakan pada kelompok ruang pengelola dan penunjang, sedangkan kelompok ruang pembelajaran akan menggunakan bambu.

Jenis struktur atap yang dipilih adalah struktur kayu, bambu, dan baja. Penggunaan jenis struktur kayu dan bambu sesuai dengan prinsip arsitektur ekologis yang memanfaatkan potensi alam yang terdapat di lingkungan sekitar. Struktur baja dipilih karena memiliki kekuatan yang dirasa cukup kuat untuk menopang atap dengan bentang lebar.

Material dinding bangunan untuk sekolah alam menggunakan material batu bata dan bambu yang dipadukan dengan material kaca, bambu, dan kayu sebagai elemen dekoratif. Material atap menggunakan genteng dan untuk beberapa bangunan menggunakan atap rumbia.



Gambar 8
Jenis struktur, konstruksi atap, material dinding, dan penutup atap bangunan sekolah alam

d. Menyediakan sumber energi, air, dan pembuangan limbah

Bangunan harus dapat menyediakan sumber energi serta air untuk keberlangsungan kegiatan pengguna di dalamnya. Selain itu, bangunan tersebut juga harus menyediakan tempat untuk pembuangan bahan bangunan dan limbah yang dihasilkan.

Pemilihan sistem distribusi air bersih di sekolah alam ini dengan menggunakan air PAM, air tanah, dan air hujan hasil penampungan yang telah diolah. Air PAM dan air tanah digunakan untuk kebutuhan air minum, sedangkan air hujan yang diolah kembali digunakan untuk kebutuhan sarana dan prasarana.

Air buangan dari sekolah alam ini ada 3 golongan, yakni air kotor, air bekas pakai, dan air hujan. Air kotor yaitu air buangan yang berasal dari kamar mandi atau WC yang mengandung kotoran manusia. Air bekas pakai yaitu air buangan yang berasal dari alat-alat plambing lainnya, seperti bak cuci tangan, bak dapur, dan sebagainya. Air hujan juga diolah dengan metode pemanenan air hujan, hal tersebut merupakan salah satu strategi untuk menghemat air. Selain itu air hujan yang tak cukup ditampung dapat meresap dan mengisi air tanah (Ratuanar, 2017).

Sistem jaringan listrik berfungsi untuk mendukung seluruh kegiatan yang terjadi di sekolah alam. Berdasarkan sumber energinya, sistem kelistrikan dalam bangunan sekolah menggunakan sumber listrik dari PLN, panel surya, serta genset. Sumber listrik untuk sekolah alam memprioritaskan PLN dan panel surya sebagai sumber utama dan genset sebagai cadangan (*back up*). Saat sumber tenaga listrik PLN dan panel surya mengalami gangguan, maka secara otomatis sumber tenaga listrik diambil alih oleh sumber cadangan diesel genset yang dilengkapi *Automatic Main Failure (AMF)*.

Konsep *recycle-reduce-reuse* adalah cara efektif untuk menerapkan gaya hidup ramah lingkungan. Tiga tindakan tersebut apabila diterapkan secara konsisten di seluruh elemen bangunan, maka akan menciptakan bangunan arsitektur yang ekologis. Sampah rumah tangga akan menimbulkan potensi bahaya lingkungan dan kesehatan jika tidak dikelola dengan baik. Sampah dibagi menjadi organik dan anorganik, yang kemudian dibedakan menjadi plastik, kaca atau logam, kertas, dan sekali pakai. Sampah dari ruang-ruang yang ada di sekolah alam dibuang ke tempat sampah organik dan tempat sampah non organik. Perlakuan sampah dibedakan menurut jenis sampahnya, yakni sampah yang dapat didaur ulang dan sampah yang tidak dapat didaur ulang. Sampah yang dapat didaur ulang disimpan di gudang untuk nantinya akan diolah di ruang pengolahan. Sementara, sampah yang tidak dapat didaur akan diangkut oleh petugas kebersihan yang selanjutnya dibuang ke bak sampah di luar bangunan. Pada tahap berikutnya, sampah ini akan diangkut oleh truk pengangkut untuk dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sekolah alam ini menerapkan prinsip-prinsip arsitektur ekologis yang disampaikan oleh Heinz Frick sebagai bentuk solusi desain bangunan. Penerapan prinsip-prinsip arsitektur ekologis tersebut meliputi:

a. Merespon iklim setempat

Bangunan sekolah alam dirancang agar dapat bertahan dari pengaruh iklim setempat seperti pengaruh dari pergerakan matahari, angin, serta hujan. Strategi desain yang dilakukan adalah dengan pemberian vegetasi, penggunaan *sun shading*, serta penggunaan tritisan yang lebar pada atap.

b. Meminimalkan penggunaan energi

Bangunan sekolah alam dirancang agar dapat lebih meminimalkan penggunaan energi. Hal itu dilakukan dengan memaksimalkan cahaya matahari sebagai pencahayaan alami, angin sebagai penghawaan alami, serta penggunaan panel surya yang memanfaatkan matahari untuk dapat dirubah menjadi energi listrik.

c. Memanfaatkan material lokal

Bahan material yang digunakan pada bangunan sekolah alam memanfaatkan bahan-bahan yang terdapat di daerah sekitar. Struktur bangunan akan menggunakan pondasi menerus batu kali, pondasi umpak, pondasi *foot plat*, stuktur *rigid frame*, struktur bambu, serta konstruksi atap kayu, bambu, dan baja. Material dinding yang digunakan yaitu material batu bata dan bambu, sementara untuk material penutup atap yang digunakan yaitu material genteng tanah liat dan rumbia.

d. Menyediakan sumber energi, air, dan pembuangan limbah

Bangunan Sekolah Alam harus dapat menyediakan sumber air bersih, energi listrik, sistem pembuangan air kotor, dan limbah. Sumber air bersih akan berasal dari air PAM, air tanah, serta air hujan. Air buangan pada sekolah alam ini ada 3 golongan, yakni air kotor, air bekas pakai, dan air hujan. Air hujan dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber air bersih dengan menyediakan Sistem Penampungan Air Hujan (SPA). Sumber listrik untuk Sekolah Alam akan memprioritaskan PLN dan panel surya sebagai sumber utama dan genset sebagai cadangan (*back up*). Sampah dari ruang-ruang yang ada di sekolah alam dibuang ke tempat sampah organik dan tempat sampah non organik untuk kemudian dipilih dan diolah sebelum menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Penerapan prinsip arsitektur ekologis merupakan cara yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan dalam merancang Sekolah Alam Kota Bogor. Dalam upaya mengoptimalkan penerapan prinsip arsitektur ekologis pada bangunan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai unsur-unsur arsitektur ekologis yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan di sekolah alam. Selain itu, pengaruh lingkungan sekitar juga dapat mempengaruhi penerapan prinsip arsitektur ekologis. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap seluruh elemen yang berhubungan dengan arsitektur ekologis serta fungsi bangunan yang merupakan sebuah bangunan pendidikan. Dengan demikian, dapat terjadi keselarasan antara prinsip arsitektur ekologis dan fungsi bangunan sekolah alam.

REFERENSI

- Frick, H., & FX. Bambang Suskiyatno. (2007). *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis*. Semarang: Kanisius.
- Kompas. (2009). Wah, Sekolah Alam Makin Banyak Peminatnya! Diambil 4 September 2018, dari <https://edukasi.kompas.com/read/2009/07/09/09040912/>
- Mintz, J. (1994). *The handbook of alternative education*. United States of America: Macmillan Pub. Co.
- Ratuanar, O. (2017). Aplikasi Arsitektur Ekologis pada Perancangan Balai Besar Pelatihan Pertanian Bawang Merah di Nganjuk. *Arsitektura*, 15.
- Setyaningsih, W. (2015). Low-Impact-Development as an Implementation of the Eco-Green-Tourism Concept to Develop Kampung towards Sustainable City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 179, 109–117.
- Utami, A. D. (2017). Penerapan Arsitektur Ekologis pada Strategi Perancangan Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian di Sleman. *Arsitektura*, 15.
- Virrayani, A. N., & Sulistijowati, M. (2014). Perancangan Sekolah Alam di Kecamatan Kenjeran, Surabaya. Diambil dari digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-39255-3210100002-paper.