

APLIKASI PENDEKATAN ARSITEKTUR HIJAU PADA BANGUNAN PERPUSTAKAAN ANAK DI KABUPATEN SUKOHARJO DENGAN ASPEK EFISIENSI DAN KONSERVASI ENERGI

Josephine Ershanti Winarso, Yosafat Winarto, Samsudi
Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
josershanti@student.uns.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk memecahkan permasalahan ketidakefisienan energi bangunan perpustakaan anak dengan penerapan pendekatan arsitektur hijau, terutama pada prinsip efisiensi dan konservasi energi. Permasalahan ketidakefisienan energi pada bangunan perpustakaan anak meliputi energi yang boros pada pencahayaan bangunan, serta aplikasi energi alternatif sebagai penyedia energi listrik tambahan. Perpustakaan anak secara umum mengonsumsi energi yang cukup banyak dari segi pembangunan dan operasional. Sumber daya energi yang ada sekarang, semakin berkurang akibat penggunaan energi pada bangunan yang tidak efisien. Hal tersebut menyebabkan dibutuhkan penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi sebagai bentuk upaya untuk mengatasi permasalahan konsumsi energi pada bangunan yang boros. Metode yang digunakan pada penelitian melalui tiga tahapan, yaitu merumuskan hal-hal yang berkaitan dengan aspek efisiensi dan konservasi energi melalui pendekatan arsitektur hijau, merumuskan tujuan dan upaya dari penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi, dan mengaplikasikan hasil yang telah diperoleh pada desain. Hasil yang didapatkan dari penelitian adalah desain bangunan perpustakaan anak di Kabupaten Sukoharjo yang mengaplikasikan pendekatan arsitektur hijau, terutama pada aspek efisiensi dan konservasi energi. Penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi yang dapat dilakukan pada bangunan perpustakaan anak di Kabupaten Sukoharjo, meliputi upaya efisiensi energi, penerapan pencahayaan alami dan bukaan, aplikasi energi alternatif, dan penerapan tanda.

Kata kunci: efisiensi energi, konservasi energi, perpustakaan anak

1. PENDAHULUAN

Perpustakaan anak merupakan sebuah bangunan yang berisi buku-buku koleksi yang diatur dan disusun, agar mudah untuk digunakan saat kegiatan membaca yang dikhususkan pengguna dan koleksi bagi anak. Kabupaten Sukoharjo merupakan salah satu kabupaten terkecil di Propinsi Jawa Tengah yang memiliki jumlah anak dan sekolah yang banyak, serta dalam masa perkembangan yang pesat. Namun jumlah anak dan sekolah yang banyak tidak sebanding dengan fasilitas baca bagi anak. Belum ada fasilitas baca bagi anak berupa perpustakaan anak yang dapat memfasilitasi kebutuhan membaca bagi anak.

Bangunan membutuhkan energi yang cukup banyak dalam segi operasional dan pembangunan. Bangunan sekarang menggunakan 40% dari total energi global. Persentase penggunaan energi masih terus meningkat dan diperkirakan akan mencapai angka 80% pada tahun 2040. Konsumsi energi pada bangunan untuk penerangan buatan, penghawaan buatan, transportasi vertikal, dan masih banyak lagi tercatat menghabiskan 25% dari suplai tahunan energi dunia pada era 80-an.

Seperti bangunan secara umum, bangunan perpustakaan membutuhkan banyak energi dalam segi pembangunan dan operasional. Energi yang digunakan meliputi pencahayaan, penghawaan, elektronik yang digunakan, dan lain-lain. Konsumsi air dan material yang berlebihan juga merupakan permasalahan energi yang boros. Penggunaan energi yang boros tidak baik bagi lingkungan dan dapat berakibat semakin cepat sumber daya habis. Oleh karena hal tersebut dibutuhkan penerapan upaya untuk mengurangi konsumsi energi pada bangunan perpustakaan.

Perpustakaan berbeda dengan tipe bangunan yang lain berdasarkan konsumsi energi. Bangunan kantor mengonsumsi 30% dari energi total untuk pencahayaan, sedangkan perpustakaan mengonsumsi hampir 45%. Jika penggunaan energi listrik sangat tinggi, panas yang terakumulasi pada bangunan juga ikut tinggi. Hal tersebut disebabkan karena pencahayaan buatan dan alat elektronik yang digunakan mengeluarkan panas sehingga ruangan menjadi bertambah panas. Dari hal tersebut, dapat dinyatakan bahwa prinsip desain dasar untuk mengatasi masalah tersebut adalah memaksimalkan pencahayaan alami pada siang hari. Kemudian untuk meminimalisir penggunaan energi pada pencahayaan dan elektronik, upaya yang dilakukan adalah dengan menghemat energi yang dibutuhkan untuk penghawaan buatan.

Pendekatan arsitektur hijau merupakan ilmu atau pendekatan yang mengacu pada kontribusi bangunan, terhadap transformasi lingkungan bangunan agar berkelanjutan. Pendekatan arsitektur hijau menekankan pada efisiensi energi dalam segi komersial dan bangunan tersebut, sehingga memberikan keuntungan finansial dan kelestarian lingkungan. Pendekatan arsitektur hijau sedang mulai digencarkan karena permasalahan ketidakefisienan energi pada bangunan. Bangunan membutuhkan banyak energi untuk bertahan. Pendekatan arsitektur hijau dirasa merupakan solusi yang tepat, untuk memecahkan permasalahan ketidakefisienan dalam penggunaan energi.

Terdapat banyak teori yang menjelaskan tentang prinsip dan penerapan pendekatan arsitektur hijau pada bangunan. Terdapat beberapa kriteria yang dipertimbangkan agar bangunan hijau terwujud. Kriteria tersebut antara lain pengolahan tapak, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kenyamanan dan kesehatan ruang, dan manajemen lingkungan bangunan. Terdapat juga beberapa kriteria bangunan hijau lain. Beberapa kriteria tersebut meliputi lokasi dan tapak, pengolahan tapak dan peningkatan kualitas tapak, jalur pedestrian, transportasi kawasan, penghematan energi, pemanfaatan energi alternatif, material bangunan, konservasi air, peresapan air hujan, meminimalkan pemanasan kawasan, dan kondisi lingkungan fisik di dalam bangunan.

Efisiensi dan konservasi energi merupakan bentuk upaya untuk menghemat energi. Efisiensi dan konservasi yang walaupun sama-sama bertujuan menghemat energi, kedua hal tersebut memiliki beda pengertian. Konservasi energi berarti upaya yang direncanakan, terpadu, dan sistematis untuk melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan pemanfaatan. Dalam pengertian tersebut, konservasi energi difokuskan pada perilaku manusia dalam menggunakan energi. Berbeda dengan konservasi energi, efisiensi energi berarti mengurangi jumlah energi yang dipakai untuk menghasilkan hasil yang sama atau lebih pada proses konversi energi atau pemanfaatan energi. Dalam hal tersebut, efisiensi energi fokus pada peralatan, teknologi, inovasi, atau mesin yang mengonsumsi energi untuk mengurangi penggunaan energi.

Berdasarkan hasil analisa, terdapat beberapa hal-hal yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai efisiensi dan konservasi energi. Dalam memenuhi aspek efisiensi energi, hal yang perlu dipertimbangkan antara lain pemanfaatan prinsip bangunan untuk menghemat energi, pencahayaan alami dan bukaan, dan aplikasi energi alternatif. Sedangkan pada aspek konservasi energi, hal yang dilakukan adalah penerapan tanda pada beberapa spot agar pengguna bangunan sadar untuk melakukan tindakan hemat energi, seperti mematikan lampu jika tidak terpakai, dan lain-lain. Hal yang akan dibahas pertama adalah pemanfaatan prinsip pada bangunan untuk menghemat energi. Upaya yang dilakukan pada hal tersebut difokuskan pada upaya pemanfaatan prinsip pada bangunan agar penggunaan energi pada bangunan agar efisien, terpantau dan hemat. Setelah hal tersebut, hal yang dipertimbangkan kemudian adalah penerapan pencahayaan alami. Upaya yang dilakukan fokus pada penerapan pencahayaan alami yang optimal untuk mengurangi konsumsi energi, dengan cara mendesain bangunan yang memungkinkan pencahayaan alami dapat masuk semaksimal mungkin. Kemudian, hal yang perlu dipertimbangkan adalah penerapan bukaan. Penerapan bukaan memfokuskan pada penerapan ventilasi yang efisien, terutama di area publik untuk mengurangi konsumsi energi. Hal tersebut dapat dicapai dengan tidak menggunakan AC atau menggunakan

ventilasi alami atau mekanik pada ruang WC, tangga, koridor, dan lobi lift. Kemudian hal yang perlu dipertimbangkan adalah pengaplikasian energi alternatif. Aplikasi energi alternatif menekankan pada penerapan sumber energi baru dan terbarukan untuk memenuhi minimal 0,5-2,5% total daya yang dibutuhkan bangunan. Hal terakhir yang perlu dipertimbangkan adalah aspek konservasi energi dengan menerapkan tanda pada spot, yang dapat membuat pengguna sadar untuk melakukan tindakan yang terdapat di tanda.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan aplikasi arsitektur hijau, dalam menerapkan efisiensi dan konservasi energi pada desain bangunan perpustakaan anak di Kabupaten Sukoharjo. Penelitian menjelaskan hal-hal yang berkaitan dengan keputusan desain, untuk mengatasi permasalahan ketidakefisienan energi pada bangunan perpustakaan anak. Manfaat dari penelitian adalah dapat memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan dan perkembangan ekonomi. Pada segi pelestarian lingkungan, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dengan penjelasan penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi untuk diterapkan pada bangunan. Dengan penerapan aspek tersebut, bangunan diharapkan dapat bertahan dan berkelanjutan untuk menghemat energi dan finansial.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan merupakan tahapan proses untuk menemukan upaya aspek efisiensi dan konservasi energi, dalam penerapan desain yang tepat untuk desain bangunan perpustakaan anak, terutama di Kabupaten Sukoharjo. Permasalahan ketidakefisienan penggunaan energi pada bangunan perpustakaan anak di Kabupaten Sukoharjo, diatasi dengan menerapkan pendekatan arsitektur hijau pada bangunan. Beberapa tahapan yang dilakukan meliputi merumuskan hal-hal yang berkaitan dengan aspek efisiensi dan konservasi energi melalui pendekatan arsitektur hijau, merumuskan tujuan dan upaya dari penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi, dan mengaplikasikan hasil yang telah diperoleh pada desain.

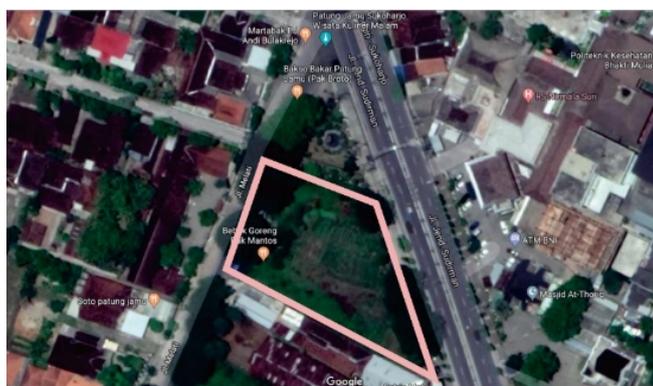
Tahapan yang pertama adalah merumuskan hal-hal yang berkaitan dengan aspek efisiensi dan konservasi energi melalui pendekatan arsitektur hijau. Teori arsitektur yang dijadikan acuan merupakan teori arsitektur hijau penggabungan dari teori Karyono dan GREENSHIP. Kedua teori tersebut kemudian digabungkan dan dirumuskan sehingga munculah teori baru yang mengacu pada kedua teori tersebut. Dari penggabungan kedua teori tersebut, didapatkan beberapa aspek yang diterapkan pada desain, salah satu dari aspek-aspek tersebut adalah aspek efisiensi dan konservasi energi.

Tahapan kedua merupakan tahapan merumuskan tujuan dan upaya dari penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi. Tujuan dari penerapan aspek merupakan solusi dari permasalahan ketidakefisienan energi yang akan muncul pada bangunan perpustakaan anak. Upaya untuk memecahkan permasalahan ketidakefisienan energi pada bangunan didapatkan dari teori.

Setelah upaya-upaya dirumuskan, tahap terakhir adalah pengaplikasian upaya-upaya ke dalam desain. Upaya-upaya yang telah dirumuskan, dipilih dan disesuaikan dengan kondisi yang sesuai pada tapak. Upaya yang dapat diterapkan kemudian langsung diaplikasikan pada desain dengan penyesuaian yang telah ditentukan.

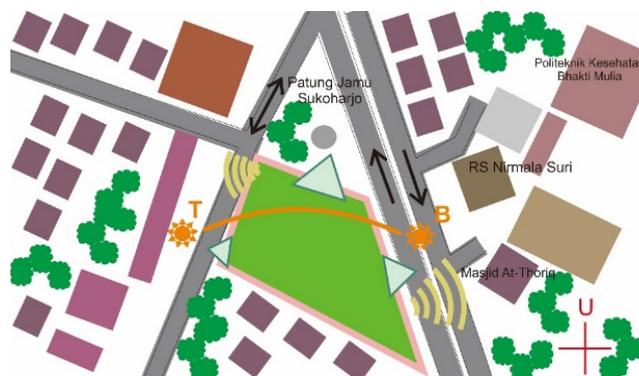
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tapak yang terpilih berada di Jalan Raya Solo Baru, Bulakrejo, Kec. Sukoharjo, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah (gambar 1). Tapak memiliki luas sekitar 3.350 m². Tapak berbatasan dengan taman dan monumen Patung Jamu Sukoharjo di sebelah Utara, Jalan Jenderal Sudirman di sebelah Timur, Toko Dealer Satrio Motor di sebelah Selatan, dan Jalan Melati di sebelah Barat. Tapak dapat diakses dengan mudah karena letak tapak yang berada di jalan arteri dan jalan lokal. Selain hal tersebut, dalam hal ekspansi, tapak memungkinkan dapat diekspansi di kemudian hari karena di bagian Selatan tapak, terdapat bangunan yang tidak terpakai dan toko *dealer* kendaraan bermotor.



Gambar 1. Lokasi dan Kondisi di Sekitar Tapak

Letak tapak berorientasi pada Timur-Barat sehingga intensitas cahaya matahari pagi mengenai sisi Timur dan cahaya matahari sore mengenai sisi Barat (gambar 2). Sisi Utara dan Selatan tapak tidak terlalu terpapar sinar matahari secara langsung karena arah orientasi matahari dan pada kedua sisi, terdapat taman, pepohonan dan bangunan sehingga cahaya matahari tidak langsung mengenai tapak. Tingkat kebisingan tertinggi berada di sisi Barat tapak karena berdekatan dengan Jalan Jenderal Sudirman yang termasuk dalam jalan arteri (gambar 2). Tingkat kebisingan sedang berada di sisi Timur tapak karena berdekatan dengan Jalan Melati yang termasuk dalam jalan lokal (gambar 2). Pada sisi Utara dan Selatan tapak, tingkat kebisingan cukup rendah karena sisi Utara masih berada jauh dengan jalan dan sisi Selatan berbatasan dengan bangunan (gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi Kondisi Eksisting di Sekitar Tapak

View tertinggi di sekitar tapak tertinggi berada pada sisi Utara, berbatasan langsung dengan taman dan monumen Patung Jamu Sukoharjo (gambar 2). View sedang berada pada sisi Barat tapak yang berbatasan dengan jalan arteri dan sisi Timur dengan jalan lokal (gambar 2). Pada sebelah Barat, tapak berbatasan langsung dengan Jalan Sudirman yang dikategorikan sebagai jalan arteri (gambar 2). Jalan Sudirman memiliki lebar sekitar 15 meter dengan dua jalur. Pada sisi sebelah Timur tapak, juga berbatasan dengan jalan lokal bernama Jalan Melati (gambar 2) yang memiliki lebar jalan sekitar 6

meter. Karena tapak yang berbatasan langsung dengan jalan besar, *entrance* pada bangunan dapat direncanakan pada sisi Barat dan Timur.



Gambar 3. Peletakkan *Entrance* dan Massa Pada Tapak

Berdasarkan beberapa pertimbangan kondisi sekitar tapak, *entrance* dan peletakkan massa dapat ditentukan. Pertimbangan peletakkan massa juga berdasarkan zoning dan kriteria ruang yang kemudian dianalisis. *Main entrance* diletakkan di dekat jalan arteri atau Jalan Jenderal Sudirman (gambar 3). *Side entrance* diletakkan di dekat jalan lokal atau Jalan Melati (gambar 3).

Berdasarkan kriteria yang telah dirumuskan terdapat beberapa rumusan upaya mengaplikasikan kriteria efisiensi dan konservasi energi. Dalam aspek efisiensi energi, upaya yang dilakukan meliputi pemanfaatan prinsip bangunan untuk menghemat energi, penerapan pencahayaan alami dan bukaan, dan aplikasi energi alternatif. Pada aspek konservasi energi, upaya yang dilakukan adalah pemasangan tanda pada beberapa *spot* yang dapat menarik perhatian penggunaan bangunan.

Efisiensi energi merupakan upaya yang dilakukan untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan. Upaya tersebut dilakukan agar sebuah bangunan tidak menghabiskan banyak energi, dalam segi operasional dan material untuk jangka waktu yang lama. Upaya efisiensi energi juga sangat menguntungkan jika sewaktu-waktu krisis sumber daya energi terjadi. Jika sebuah bangunan sudah menerapkan efisiensi energi, bangunan tersebut tidak akan terlalu terkena dampak yang sangat besar jika krisis sumber daya energi terjadi.

Pada aspek efisiensi energi, hal pertama yang dilakukan adalah menghalangi pancaran radiasi matahari secara langsung pada dinding transparan. Aplikasi tersebut diterapkan pada ruang baca, ruang kantor pengelola, ruang serbaguna, dan ruang koleksi lain (gambar 1). Hal tersebut dapat dilakukan dengan penanaman vegetasi di sekitar bangunan, untuk menghalangi radiasi matahari yang berlebihan masuk ke dalam bangunan.

Kedua, hal yang kemudian dilakukan pada aspek efisiensi energi adalah menerapkan perbedaan level antara lantai dan atap yang cukup tinggi, agar panas di dalam bangunan tidak terakumulasi dan sirkulasi udara terjadi. Hal tersebut dilakukan agar penyerapan panas matahari melalui dinding masif berkurang, sehingga pemanasan pada ruangan dapat berkurang. Pada bangunan, jarak ketinggian ruang dibuat 6 meter agar udara dapat bersirkulasi lebih leluasa (gambar 4). Aplikasi tersebut diterapkan pada ruang baca, ruang serbaguna, dan ruang koleksi.



Gambar 4. Penerapan Perbedaan Level Ketinggian Pada Ruang

Hal ketiga yang dilakukan pada aspek efisiensi energi adalah pertimbangan orientasi bangunan, warna pada fasad, dan penggunaan material. Orientasi bangunan diarahkan pada arah Utara-Selatan atau memanjang Timur-Barat (gambar 5). Hal tersebut dilakukan agar bangunan tidak terkena intensitas dan radiasi sinar matahari yang berlebihan, terutama pada jam 09.00 dan 16.00. Sinar matahari yang datang pada jam 09.00 dan 16.00 tidak tegak lurus, sehingga cahaya matahari yang masuk ke bangunan sangat tinggi dibandingkan pada saat jam 12.00 siang. Selain hal tersebut, hal tersebut juga dilakukan agar bangunan tidak menyerap panas yang masuk ke dalam bangunan terlalu tinggi.



Gambar 5. Orientasi Bangunan Diarahkan ke Arah Utara-Selatan atau Memanjang Timur-Barat

Penyerapan panas matahari yang masuk dapat dikurangi dengan cara menerapkan warna terang pada dinding luar bangunan. Hal tersebut dilakukan karena warna terang lebih rendah tingkat penyerapan panas dibandingkan dengan warna gelap. Selain hal tersebut, dinding luar bangunan juga dibuat agar bertekstur halus. Tingkat penyerapan panas pada tekstur permukaan benda yang halus lebih rendah dibandingkan dengan permukaan tekstur kasar.

Penggunaan material keras atau perkerasan, seperti beton, aspal, dan masih banyak lagi, dianjurkan diminimalisir. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi penyerapan panas matahari, baik ke permukaan jalan maupun ke dalam bangunan. Material perkerasan seperti beton dan aspal merupakan material yang bersifat menyerap panas dan memantulkan panas. Selain hal tersebut, material perkerasan juga memiliki daya serap air yang rendah dibandingkan dengan tanah jika alokasi digunakan untuk jalan. Jika terpaksa menggunakan material perkerasan, upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penanaman vegetasi sebagai peneduh. Penanaman vegetasi dapat berfungsi untuk mengurangi pemantulan panas dari material perkerasan ke sekitar.

Kemudian, hal keempat yang penting untuk dipertimbangkan pada aspek efisiensi energi adalah penerapan pencahayaan alami pada bangunan. Pencahayaan alami merupakan salah satu upaya untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Pencahayaan alami merupakan tindakan pemanfaatan radiasi matahari secara tidak langsung untuk menerangi ruangan. Penerapan pencahayaan alami dapat dilakukan dengan cara mengaplikasikan jendela, dinding transparan, serta pelubangan pada dinding agar cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan.

Pencahayaan alami dapat memberikan beberapa manfaat bagi pengguna. Beberapa manfaat tersebut antara lain meningkatkan semangat kerja, penanda waktu, dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Selain hal tersebut, pencahayaan alami juga memberikan peran yang signifikan bagi manusia dan bangunan tersebut. Peran pencahayaan alami bagi manusia meliputi segi kenyamanan. Cahaya alami yang berasal dari matahari memberikan kenyamanan visual, yang dapat memudahkan manusia menyerap informasi, dan kenyamanan termal, yang dapat mengurangi depresi dan stress. Pada bangunan, pencahayaan alami berperan sebagai penambah daya tarik pada ruangan. Ruangan dengan pencahayaan alami yang cukup dapat terasa menarik dan atraktif.

Terdapat dua metode pencahayaan alami dengan cara membuat cahaya matahari masuk ke dalam bangunan. Beberapa metode tersebut meliputi membuat cahaya matahari masuk ke dalam bangunan dari samping dan atas. Metode cahaya matahari masuk dari sisi samping bangunan dilakukan dengan cara memberi bukaan atau bidang transparan pada bagian kulit atau pelingkup bangunan (gambar 6). Bidang transparan atau bukaan yang diterapkan secara umum berupa vertikal. Contoh dari metode tersebut adalah jendela, dinding dengan kaca, dan lain-lain. Berbeda dengan metode cahaya masuk dari samping, metode cahaya masuk dari atas secara umum mengaplikasikan bukaan atau bidang transparan di sisi atas bangunan sehingga bersifat horizontal. Contoh dari metode tersebut adalah *skylight*.



Gambar 6. Penerapan Pencahayaan Alami dengan Metode Cahaya Matahari Masuk dari Sisi Samping atau Melalui Bukaan Vertikal Bangunan

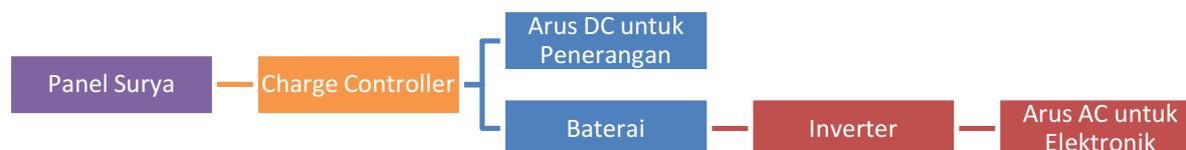
Kelima, hal yang perlu dipertimbangkan pada aspek efisiensi energi adalah penerapan bukaan pada bangunan. Bukaan pada bangunan berkaitan erat dengan penghawaan dan pencahayaan alami. Penerapan bukaan berguna untuk memaksimalkan pelepasan panas bangunan ke luar. Cara yang efektif dalam penerapan bukaan adalah dengan menerapkan jendela atau jalusi pada bangunan.

Keenam, hal yang penting untuk dipertimbangkan pada aspek efisiensi energi adalah pengaplikasian energi alternatif pada bangunan. Energi alternatif merupakan sumber energi yang dapat menggantikan sumber energi bahan bakar yang bersifat konvensional serta tidak memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Sebuah bangunan dapat dianggap sebagai bangunan hijau jika sudah mengaplikasikan sumber energi alternatif minimal sebesar 0,5-2,5% dari total daya yang dibutuhkan oleh bangunan.

Sumber energi alternatif yang sudah mulai dikembangkan sekarang sudah cukup banyak. Beberapa jenis sumber energi alternatif tersebut meliputi energi yang berasal dari tenaga surya, biogas, air, dan angin. Setiap tahun sumber energi alternatif dikembangkan oleh para ilmuwan agar dapat digunakan pada skala besar dan aman bagi lingkungan.

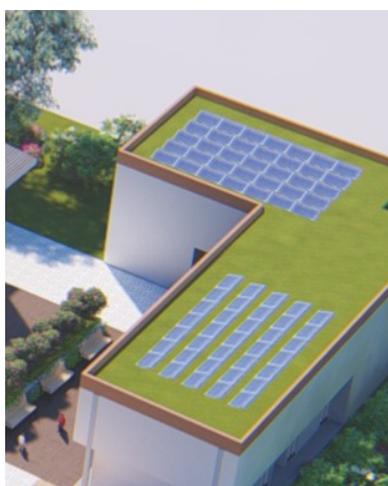
Energi surya merupakan energi yang berasal dari sinar dan panas matahari. Energi surya cukup efektif digunakan pada daerah dengan iklim tropis. Hal tersebut disebabkan karena cahaya matahari yang terpancar di daerah tropis terjadi hampir setiap hari dan setiap tahun. Selain hal tersebut, energi dari surya merupakan energi yang terjangkau dan tidak akan habis sehingga dapat memberikan keuntungan dalam jangka waktu yang lama. Sumber energi surya dapat memberikan banyak manfaat, seperti meningkatkan keamanan negara, mengurangi polusi, mengurangi biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga harga bahan bakar fosil tetap rendah. Oleh karena manfaat tersebut, energi dari surya dikembangkan secara global.

Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang dapat mengubah energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Penerapan panel surya sudah cukup banyak sebagai sumber energi alternatif pada bangunan. Proses pengubahan energi pada panel surya diubah pada *charge controller* yang nanti dapat menghasilkan energi listrik yang dapat dimanfaatkan pada bangunan (gambar 7).



Gambar 7. Siklus Teknologi Panel Surya
Sumber: *Google*

Bangunan perpustakaan menerapkan teknologi panel surya sebagai sumber energi alternatif (gambar 8). Panel surya diletakkan pada atap bangunan agar cahaya matahari dapat langsung ditangkap oleh panel surya. Panel surya digunakan sebagai sumber energi listrik pada sebagian besar penerangan yang ada di bangunan. Dengan penerapan panel surya, bangunan telah menghemat penggunaan energi konvensional dan jika pemadaman listrik sedang terjadi, bangunan masih dapat menggunakan alat elektronik dan penerangan. Bangunan menggunakan panel surya yang dapat menghemat listrik hingga 20% dari total daya yang dibutuhkan untuk operasional bangunan.



Gambar 8. Panel Surya Pada Atap Bangunan

Selain efisiensi energi, aspek yang perlu diperhatikan pada bangunan adalah konservasi energi. Konservasi energi merupakan upaya yang menekankan pada perilaku manusia dalam menghemat energi. Upaya yang dapat dilakukan untuk menjawab aspek tersebut adalah dengan pemasangan tanda pada beberapa spot di bangunan. Tanda yang dipasang berupa tanda untuk mengingatkan untuk melakukan suatu tindakan, seperti mematikan lampu dan AC saat tidak digunakan, mematikan keran air saat tidak digunakan, dan lain-lain (gambar 9). Tanda dipasang di tempat yang mudah dilihat, seperti di dinding dekat wastafel, dekat dengan stop kontak, dan lain-lain. Hal tersebut dilakukan agar pengguna dapat peka untuk berupaya menghemat energi sehingga energi yang digunakan tidak terbuang sia-sia.



Gambar 9. Contoh Tanda Sebagai Upaya Konservasi Energi
Sumber: *Google*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Bangunan perpustakaan anak di Kabupaten Sukoharjo dengan pendekatan arsitektur hijau yang direncanakan dan direncanakan, menerapkan beberapa kriteria bangunan hijau yang telah ditentukan. Salah satu dari kriteria tersebut adalah efisiensi dan konservasi energi. Efisiensi dan konservasi energi merupakan bentuk upaya untuk menghemat energi pada bangunan. Beberapa upaya yang dilakukan berdasarkan kriteria efisiensi dan konservasi energi, antara lain pemanfaatan prinsip pada bangunan untuk menghemat energi, seperti menghalangi pancaran radiasi matahari berlebihan pada dinding transparan, membuat dinding berongga, penerapan perbedaan ketinggian yang tinggi pada lantai dan langit-langit bangunan, pertimbangan orientasi, material, dan warna pada fasad. Selain penerapan prinsip, hal lain yang dapat dilakukan adalah penerapan pencahayaan alami dan bukaan, aplikasi sumber energi alternatif, dan pemasangan tanda. Dengan beberapa upaya penerapan tersebut, bangunan perpustakaan anak diharapkan dapat berkelanjutan dan bertahan dalam jangka waktu yang panjang.

Penggabungan dari teori Karyono dan GREENSHIP dapat dijadikan sebagai acuan dalam mendesain bangunan. Pada aspek efisiensi dan konservasi energi, upaya-upaya yang telah dirumuskan dirasa tepat untuk diterapkan pada bangunan arsitektur hijau. Acuan tersebut juga ideal dan dapat digunakan pada bangunan perpustakaan anak. Berdasarkan penelitian, beberapa kriteria dan upaya dapat diaplikasikan ke dalam bangunan. Namun tidak menutup kemungkinan muncul hal-hal lain yang dapat ditambahkan, untuk mengatasi permasalahan ketidakefisienan energi dengan solusi penerapan aspek efisiensi dan konservasi energi.

REFERENSI

- Chen, R. (1992). *Green Architecture. Architectural Science Review* (Vol. 35).
<https://doi.org/10.1080/00038628.1992.9696711>
- Dora, P. E. (2011). *Pemanfaatan Pencahayaan Alami Pada Rumah Tinggal Tipe Townhouse di Perkotaan Padat Penduduk*. Diambil 4 September 2018, dari
http://repository.petra.ac.id/15247/5/PEMANFAATAN_CAHAYA_ALAMI_PADA_RUMAH_TINGGAL_TIPE_TOWNHOUSE_DI_PERKOTAAN_PADAT_PENDUDUK.pdf
- Edwards, Brian W. (2011). *Sustainability as a Driving Force in Contemporary Library Design*. Diambil 8 Oktober 2018, dari
<https://pdfs.semanticscholar.org/050c/1a6bf46ba4659dde1ff59361c34518baa6b8.pdf>
- GBCI. (2014). *Perangkat Penilaian GREENSHIP untuk Bangunan Baru*. Diambil 20 Maret 2018, dari
<http://www.gbcindonesia.org/greenship/rating-tools/summary>
- Karyono, T. H. (1995). *Thermal Comfort for The Indonesian Workers in Jakarta*. Diambil 5 Oktober 2018, dari
https://www.researchgate.net/publication/245309821_Thermal_comfort_for_the_Indonesian_workers_in_Jakarta
- Karyono, T. H. (2010). *Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau Di Indonesia*. Rajawali Pers.