

# Arsitektur Berkelanjutan pada Bangunan Hotel di Yogyakarta

## Studi Kasus : *Greenhost Hotel*

Mieke Choandi

Kelompok Perancangan Arsitektur, Sejarah dan Pemugaran, Jurusan Arsitektur-Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara.  
Korespondensi : mieke\_choandi@hotmail.com

### Abstrak

Yogyakarta, dikenal sebagai kota wisata yang kental dengan kehidupan budaya, terdapat banyak tempat wisata bersejarah yang sangat menarik wisatawan datang, baik dari lokal maupun mancanegara. Akibat bertambahnya pengunjung wisatawan, perkembangan akomodasi-pun tidak kalah ketinggalan. Tempat penginap berupa hotel berkembang pesat dengan memberi suatu konsep baru dalam pembangunan, agar penampilan berbeda satu dengan lainnya, dan memperoleh nilai jual tinggi. Salah satu hotel di Yogyakarta menggunakan konsep "Arsitektur Berkelanjutan" yaitu "*Greenhost Hotel*". Arsitektur Berkelanjutan (*Sustainable Architecture*), "*Green architecture*", "Eco Arsitektur" telah memberi warna pada pembangunan hotel tersebut. Dasar Konsep "Arsitektur Berkelanjutan" antara lain; efisiensi penggunaan energi, lahan, material, penggunaan teknologi dan material baru, dan manajemen limbah. Disisilain "Desain Kontemporer dan Modern (minimalis)" ikutserta dalam pembangunan hotel tersebut. Dalam tulisan ini akan memaparkan tentang konsep "Arsitektur Berkelanjutan" dalam bentuk nyata, namun belum tentu dapat dikatakan berhasil mencapai efisiensi. Hal ini harus dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pencapaian "efisiensi".

**Kata Kunci** : arsitektur berkelanjutan, arsitektur hijau, eco arsitektur

### Pendahuluan

Akhir-akhir ini, perubahan iklim sangat drastis terjadi dimuka bumi, demikian iklim di Indonesia. Laju perubahan suhu udara kota di Indonesia menunjukkan kenaikan maksimum lebih dari 1°C dalam 10 tahun. Hasil data analisis bagian iklim Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika tahun 1983-2003, menunjukan kenaikan suhu udara per 10 tahun ternyata 0,036°C-1,383° C. secara global diyakini, perubahan temperatur akan berdampak negatif pada banyak hal, terutama terhadap kenyamanan bangunan bagi pengguna. Menurut Akbari & Parker, Elemen yang dapat membantu mencapai kenyamanan suhu berupa penanaman pohon lindung dan rindang, dapat menurunkan suhu hingga 3°C (T.Harso K.,2017). Karena iklim yang tidak ramah lagi, maka sudah saatnya ada kesadaran para Arsitek memperhatikan seluruh aspek lingkungan hidup dalam mendesain bangunan, agar mempengaruhi

seluruh daur hidup bangunan. Agar memperoleh daur hidup bangunan yang baik, sehat dan berkelanjutan, dapat memanfaatkan energi alam secara maksimal, mengolah limbah untuk dimanfaatkan kembali. Untuk memperoleh kesemua itu, yang paling tepat dalam merancang bangunan menggunakan konsep "Arsitektur Berkelanjutan", "Arsitektur Hijau" atau "Eco Arsitektur". Pembahasan dalam penulisan ini, menggunakan studi kasus bangunan yaitu "*Greenhost Hotel*" di Yogyakarta.

### Metode Penulisan

Melalui pengamatan; yakni mengamati objek studi kasus secara pragmatis. Metode penulisan menggunakan teknik kualitatif termasuk kategori deskriptif.

## Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan cara melakukan kunjungan/survey lapangan. Dengan Teknik pengamatan lapangan, melakukan Wawancara serta pengambilan foto/dokumentasi. Dalam penulisan ini belum menggunakan data pengukuran baik terhadap suhu, kecepatan angin, sampai besaran terang cahaya ruang dalam bangunan.

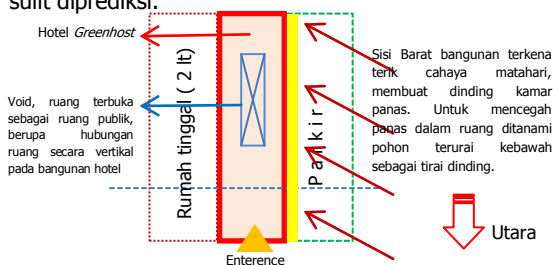
## Kajian Pustaka

Dalam merancang dan membangun bangunan, tidak lepas dari kondisi kawasan lingkungan, faktor lingkungan, pemanfaatan tapak, posisi tapak, iklim setempat dan fungsi bangunan itu sendiri. Menurut Bima Haryadi (2015), Arsitektur berkelanjutan merupakan arsitektur yang memberikan kontribusi terhadap pemanasan global. Data *ASEAN Center for Energy (ACE)*, tertulis 48% pemanasan global yang dihasilkan oleh bangunan. Untuk mengurangi kerusakan yang berlebihan, dibutuhkan pembangunan Arsitektur berkelanjutan sebagai salah satu aksi yang harus dilakukan untuk meminimalisasi kerusakan lingkungan. Disisi lain Emil Salim (1990) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan dana spirasi manusia. Pembangunan berkelanjutan pada hakikatnya ditujukan untuk mencari pemerataan pembangunanan targenerasi pada masa ini maupun masa mendatang. (A.H.Rahadian,2016) Berbeda pendapat *Heal*; konsep berkelanjutan memiliki dua dimensi yaitu dimensi waktu dan dimensi interaksi. Dimensi interaksi terjadi antara sistem ekonomi, sistem sumber daya alam dan lingkungan (Fauzi,2004). Menurut Konsep *Brunland* ada tiga dasar pandangan tentang arsitektur berkelanjutan; a) Perlakuan masa kini dan masa mendatang yang menempatkan nilai positif dalam jangka panjang; b) menyadari aset lingkungan memberi kontribusi terhadap *economicwellbeing*; c) mengetahui kendala akibat implikasi yang timbul pada aset lingkungan. (Fauzi, 2004). Menurut pandangan Daly (1990), dalam operasional pembangunan berkelanjutan memiliki tiga hal harus diperhatikan; a)sumber daya alam, b) masalah lingkungan, c) sumber

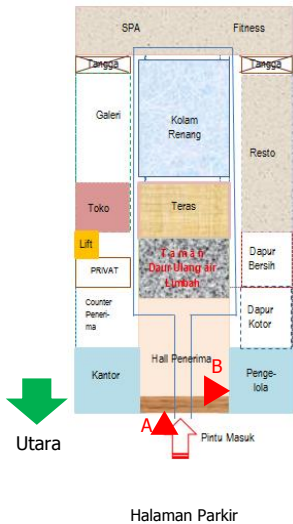
daya tidak terbarukan. Demikian *Perman et.al.* (1997), konsep pembangunan keberlanjutan ada lima pengertian dasar; 1) keberlanjutan jika utilitas dan konsumsi yang diperoleh masyarakat tidak berkurang/menurun sepanjang waktu, 2) sumber daya alam dikelola dengan baik untuk kesempatan produksi dimasa mendatang, 3) sumber daya alam tidak berkurang sepanjang waktu, 4) sumber daya alam dikelola untuk mempertahankan produksi, 5) adanya kondisi keseimbangan dan daya tahan ekosistem terpenuhi. Demikian pandangan *James Steele* (1997), arsitektur berkelanjutan adalah arsitektur yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa membahayakan kemampuan generasi mendatang. Konsep terapan dalam bidang arsitektur mempertahankan sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia, seperti iklim, sistem pertanian, industri, kehutanan, arsitektur. Konsep dan penerapan pembangunan arsitektur berkelanjutan, antara lain; 1) efisiensi penggunaan energi, 2) efisiensi penggunaan lahan, 3) efisiensi penggunaan teknologi dan material baru, 4) melakukan manajemen limbah dengan baik.

## Hasil dan Pembahasan

"*Greenhost Hotel*" di Yogyakarta. Pembangunan diatas lahan  $\pm 5.000 \text{ m}^2$  (berdasarkan modul struktur  $\pm 30\text{m}'\times 180\text{m}'$ ) memiliki 96 kamar, *co-working space*, toko sovenir, galeri seni, dapur,resto, ruang pertemuan, spa, kolam renang, *creativefarming* (pertanian kreatif), ruang mi-num mezanin, *Attic Bar & Lounge*, Ruang serba-guna, parkir, dll. Pada tampak bangunan terlihat berlantai empat,atap dak dijadikan lantai ke lima, berada dibawah atap bangunan."*Greenhost Hotel*" menghadap Utara, bidang panjang massa bangunan menghadap Timur-Barat, sepanjang hari mendapat terik panas matahari. Hasil penelitian A.Saleh (1985) dinyatakan, angin bertiup dari Barat Laut ke Tenggara (musim kemarau), sebaliknya (musim penghujan). Kondisi sekarang, pergerakan angin sulit diprediksi.



**Gambar 1.** Orientasi massa bangunan "*Greenhost Hotel*" Yogyakarta kearah Utara.



B – Dinding terbuat dari susunan potongan sisa kayu dengan diberi tanaman gantung, kesan sejuk

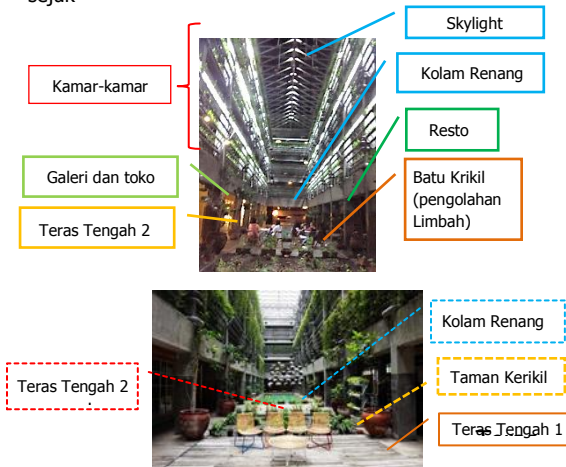


A - Pintu masuk utama tanpa daun pintu, siang hari terkena terik matahari, ditanami tanaman terurai kebawah, kesan sejuk

**Gambar 2.** Pintu masuk utama hotel berada di tengah-tengah blok massa bangunan, yang diperguna-kan sebagai ruang publik terbuka, membentuk lorong angin.



**Gambar 3.** Dinding hall penerima terbentuk dari potongan kayu bekas dengan diberi pot tanaman, kesan sejuk



**Gambar 4.** kondisi dan suasana yang ada didepan hall utama (melihatnya kearah dalam bangunan)



**Gambar 5.** Suasana hall utama, dapat memandang langsung kearah fasilitas hotel (kolam renang, galeri, resto dll)

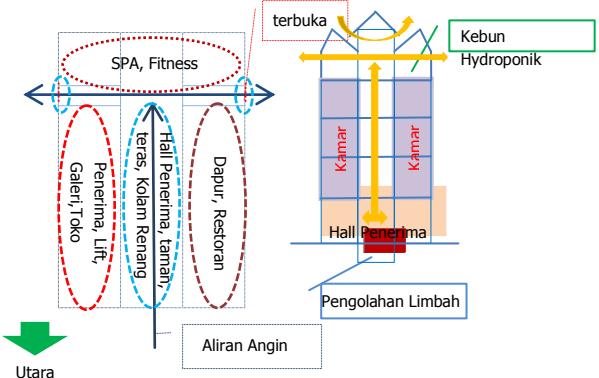


**Gambar 6.** Teras antara Kolam Renang dengan Taman Kerikil



**Gambar 7.** Dapur disisi kanan hallutama, pembatas ruang dibuat tembus pandang, terkesan luas

Dalam merancang, tapak dibagi tiga bagian. Sisi Timur-Barat dan Selatan berupa blok massa bangunan berlantai empat, bagian tengah lahan diperuntukan ruang publik diberi atap trans-pan, sehingga terang cahaya dapat masuk ke tengah bangunan. Kondisi ini terbentuk lorong angin. Berharap setiap tamu masuk bangunan hotel, merasakan kesejukan suhu udara, kesan luas dan asri. Yang paling sejuk dipandang ada-lah disepanjang railing selasar lantai atas dita-nami tanaman sayur, dimana tanaman rindang/padat dapat menurunkan suhu udara hingga 1-3°C.



**Gambar 8.** Zona Horizontal pada lantai dasar. Zona potongan vertikal dengan pergerakan angin

Angin terasa mengalir didalam bangunan, karena adanya bukaan yang lebar (tanpa pintu), ditengah ruang memiliki void yang tinggi lengkap dengan kisi-kisi sebagai lubang angin, disisi selatan terdapat area tangga terbuka. Udara panas cenderung mengalir kearah atap dan ada lubang angin untuk aliran udara daerah ruang publik, menggunakan penutup atap transparan, agar cahaya terang matahari dapat menerangkan ruang pada siang hari (hemat energi). Atap kamar tidur berupa dak beton dilapisi batu alam, sisi Barat dan Selatan diperuntukan sebagai area tanaman hijau produktif (sayuran). Dinding area tanaman hijau (Barat) menggunakan bahan kayu bekas peti (kayu jati Belanda), yang dapat menghalangi terik cahaya matahari, disela-sela sambungan kayu dapat membantu mengalir udara panas. Panas untuk tanaman hijau produktif dapat diperoleh dari atap transparan (gambar 8). Sisi Timur diperuntukan untuk ruang serbaguna dan toko minuman (cafe).

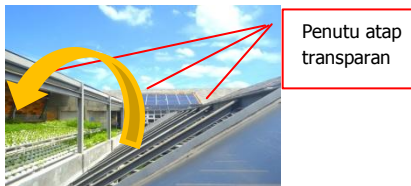


Kayu bekas peti, memiliki cela lubang kecil untuk mengalir udara panas

Bahan Trasparan

**Gambar 9.** Suasana bawah atap dipergunakan Kebun Sayu, atap sebagian kecil atap padat dan atap transparan lebih luas.

Panas atap untuk membantu fotosintesis tanaman



Penutup atap transparan

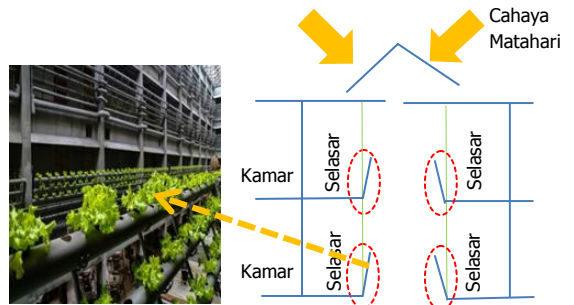
**Gambar 10.** Void ditutup atap transparan dapat membantu fotosintesis pada tanaman hijau dan penerangan ruang

Penutup atap sebagian besar menggunakan material transparan, sehingga hampir setiap sudut bangunan memperoleh penerangan cahaya matahari, dimanfaatkan untuk kesuburan tanamansayuran sebagai tanaman produktif.

Denganatap transparan terkesan panas, tetapi suhu udara dalam ruang lantai dasar hampir tidak menggunakan alat pendingin udara. Untuk pencahayaan buatan, terkadang dipergunakan di ruang galeri saja.

Suhu udara dan penerangan dalam bangunan dirasakan nyaman dan terang (hemat energi), dikarenakan pemanfaatan tanaman hijau, banyaknya bukaan, susunan ruang terbentuk lorong angin dari lantai dasar hingga lantai empat.

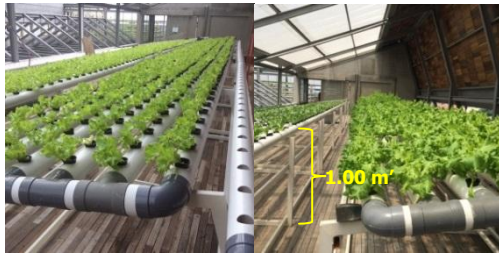
Pemanfaatan banyak tanaman hijau ditengah ruang publik, seperti pot gantung, tanaman dalam wadah dan material lantai batu alam berwarna gelap, memberi kesan tidak silau. Taman kerikil (4.00m'x4.00m') diberi pula tanaman merambat dipermukaannya untuk menutupi bak penampungan air limbah (air kotor) dibawahnya, diproses menjadi air bersih, kemudian dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman dan perawatan gedung (manajemen limbah). Disepanjangrailling selasar lantai dua hingga lantai empat diberi tanaman sayur produktif. Teknik penanaman dengan sistim hidroponik, menggunakan pipa pralon yang sudah diberi lubang pada jarak tertentu sebagai wadah tanaman sayur produktif. Selain keindahan, kesejukan ruang juga sebagai keamanan dan keselamatan. Pada penanaman tanaman sayur produktif, menggunakan pipa pralon yang dialiri air daur ulang sebagai bahan utama tanaman hidroponik. Agar tanaman sayur dapat tumbuh sehat dan subur, posisi railling dibuat sudut kemiringan 5° ke arah void, untuk memperoleh cahaya matahari dalam proses fotosintesis. (pemanfaatan energi alam secara maksimal).



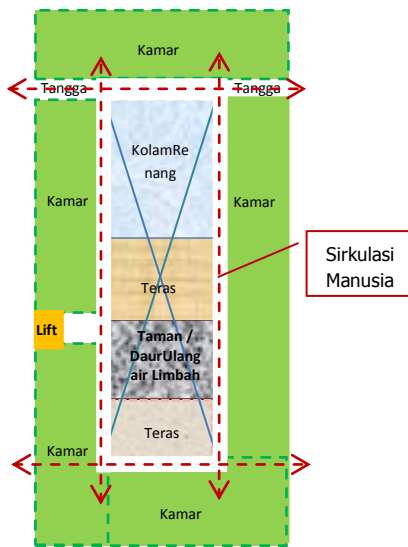
**Gambar 11.** Sistem dan susunan tanaman hidroponik pada railling selasar dengan kemiringan 5° kearah void untuk memperoleh panas matahari

Untuk lantai dibawah atap, merupakan atap lantai empat yang dipergunakan sebagai kebun sayur produktif. Lantai beton dilapisi batu alam, diatasnya dipenuhi rak pipa pralon untuk penanaman sayur-sayuran produktif secara hidroponik, media dasar 'air', yang dipakai air daur

ulang limbah. Tinggi rak pipa pralon ± 1.00 m' dari permukaan lantai. Kondisi seperti ini, terjadi pencegahan panas secara ganda, yaitu batu alam dapat menyimpan panas, dibawah rak pipa pralon memiliki ronggaruang yang dapat terjadi pertukaran udara. Tanaman hijau dan air dapat menurunkan suhu panas hingga 2-3°C. Tanaman rindang dapat menekan suhu ruang dibawahnya, terutama pada malam hari.



**Gambar 12.** Situasi dibawah atap dipergunakan menanam sayuran produktif dengan sistim hidroponik. Posisi pipa pralon berada diketinggian 1.00 m' dari lantai



**Gambar 13.** Pola sirkulasi manusia dari lantai dasar sampai lantai 4

Pola sirkulasi tamu menggunakan pola linier mengelilingi area void (tengah). Penyelesaian selasar di lantai atas dengan railing bahan besi dan pipa pralon dengan posisi miring 5° kearah void, agar tanaman sayur memperoleh panas matahari. Tanaman dapat mencegah, mengurangi suhu panas disekitarnya. Teknik pengamanan bagi manusia, disamping itu memperoleh

keuntungan dari hasil sayur produksi. Bagi tamu, dapat membeli sayuran dan masak di restoran. Bila hasil panen berlebihan, dijual ke market modern. Artinya efisiensi penggunaan energi, lahan, material daur ulang, penggunaan teknologi dan material baru, berkelanjutan pertanian.

Penyiraman tanaman dan sayuran dengan sistim gravitasi. Sebelumnya menggunakan pompa menarik air dari bawah ke reservoir air atas. Bagi sayuran yang ditanam dalam pipa pralon, posisi pipa hendaknya agak miring agar air mengalir secara terus menerus. Tanaman yang ada di lantai dasar, teknik penyiraman dengan sistim gravitasi, air dialiri melalui selang pipa kecil ke kendi berlubang yang tergantung diujungnya, dan tanaman mendapat air siraman. Waktu penyiraman diatur dengan teknologi, tenaga kerja tidak diperlukan.



**Gambar 14.** Penyiraman tanaman dengan sistim gravitasi, aliran air melalui selang kecil

Selain cahaya dan angin, "Greenhost Hotel" juga memikirkan efisiensi penggunaan air. air limbah dari kamar mandi dan dapur dialirkan ke bak penampungan yang berada dibawah taman kerikil (tengah ruang publik). Hasil pengolahanair limbah dapat dimanfaatkan menyiram tanaman disekitar hotel. Airlimbah yang sudah bersih dipergunakansebagai air hidroponik, dipakai pula air flash closet setiap kamar tamu. Teknik gravitasi, paham efisiensi tenaga kerja dan energi listirk.

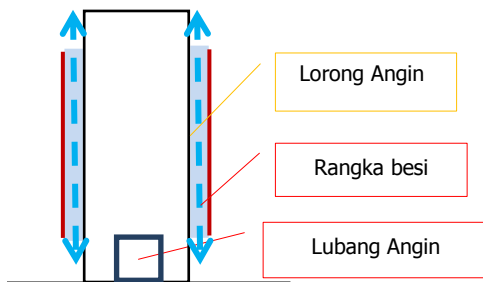


**Gambar 15.** bak penampungan, pengolahan air limbah Berada dibawah taman krikil (tengah ruang publik)



**Gambar 16.** Tanaman terurai kebawah sebagai tirai pencegahan terik matahari dari sisi Barat, dapat menurunkan suhu panas dalam ruang

Sisi Barat bangunan hotel terkena terik matahari sore, pencegahannya menggunakan pohon terurai kebawah dan rindang sebagai tirai bangunan. Tanaman rindang dapat menurunkan suhu panas hingga 2-3°C. Teknik penyelesaian dengan rangka besi/hollow, diberi jarak agar berbentuk rongga/ lorong angin, tanaman pun tidak merusak dinding bangunan, cahaya terang dapat masuk kedalam ruang melalui rongga-rongga dedaunan. (terang cahaya matahari )



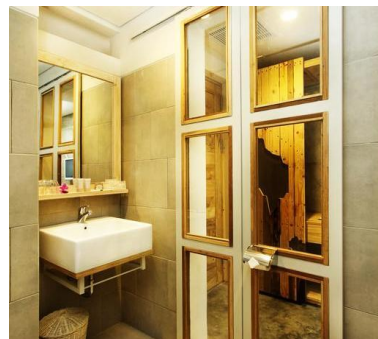
**Gambar 17.** Sistem pencegahan terik matahari masuk kedalam kamar tidur, tetap memperoleh terang tak langsung

Kamar tidur menampilkan suasana natural. Permukaan dinding diaci halus dengan warna natural (warna semen). Perabot kamar menggunakan bahan kayu bekas peti (dikenal kayu jati Belanda) yang dihaluskan, dipernis dengan warna transparan sehingga serat dan warna kayu asli terlihat jelas (natural).



**Gambar 18.** kondisi kamar tidur bernuansa natural, Pemanfaatan kayu bekas peti

Demikian pula kamar mandi, menggunakan kayu bekas peti, air flash closet menggunakan air limbah yang sudah didaur ulang.



**Gambar 19.** toilet sebagian besar menggunakan kayu bekaspeti, air flash closet memanfaatkan air daur ulang

Penggunaan bahan kayu bekas peti dan air daur ulang, termasuk efisiensi penggunaan material dan telah melakukan manajemen limbah.

## Kesimpulan

"Greenhost Hotel", penerapan rancangan telah menggunakan konsep Arsitektur Berkelanjutan, Arsitektur Hijau dan Eco Arsitektur.

Pembangunan Arsitektur Berkelanjutan dapat mencapai daur hidup bangunan dengan baik, selain menikmati kata "effisien", "hemat" dan "berkelanjutan dengan sistem", juga dapat memberi suasana yang asri, indah, mewah sekalipun menggunakan material bekas.

Konsep berkelanjutan yang diterapkan dalam pembangunan "Greenhost Hotel" antara lain :

- Lahan; Penggunaan lahan secara maksimal, tapak dibagi 3 bagian, secara horizontal, setiap bagian padat akan aktivitas. Demikian pemanfaatan ruang kearah vertikal, sekalipun ruang dibawah atap diperuntukan sebagai kebun sayur produktif dengan memanfaatkan panas terang cahaya matahari .
- Lingkungan alam; Letak hotel ditengah kota, berorientasi ke Utara. Hasil penelitian A. Saleh (1969) tentang arus arah aliran angin.- Pemanfaatan arus aliran angin;pada pintu masuk utama dibuat bukaan yang lebar, tepat berada ditengah-tengah lebar lahan dan diteruskan sampai kolom renang ( $\pm 100$  m'), sehingga terbentuk lorong angin. Disamping itu para tamu hotel memperoleh pemandangan yang luas (horizotal dan vertikal) dan dapat menikmati suasana serta fasilitas-fasilitas hotel .
- Iklim tropis; suhu panas, curah hujan tinggi dan udara lembab tinggi. Hal ini diimbangi dengan adanya kolam renang ditengah-tengah bangunan ( void ). Sekeliling selasar diberikan railling dan ditanami tanaman sayur produktif. Tanaman rindang dapat menurunkan suhu ruang 1-3°C. Railling selasar selain berfungsi sebagai keamanan dan keselamatan bagi manusia, juga dapat menyejukkan suhu udara di void / ruang publik melalui rindangnya tanaman.
- Pemanfaatan energi alam secara maksimal. Selain dipergunakan penerangan ruang pada siang hari, juga untuk pertumbuhan tanaman. Aliran angin diperhitungkan dengan menggunakan pola sirkulasi linier, sehingga seluruh area ruang publik hanya memanfaatkan penguasaan alami.
- Pemanfaatan material bekas sangat dominan dengan penyelesaian warna natural (terutama bahan kayu), memberi kesan lebih artistik dan natural, berbeda dengan hotel pada umumnya.
- Penggunaan teknologi dan material baru pada transportasi vertikal. Karena pemanfaatan kayu bekas peti sangat dominan.

Untuk memberi satu kesatuan warna pemanfaatan material kayu bekas, interior transportasi vertikal (lift) dilapisi kayu bekas peti dengan warna natural. Ruang kecil lift terkesan sangat pengap dan berat. Dalam hal ini tidak tepat penerapannya. Lebih tepat bila menggunakan energi matahari untuk operasional lift. Dalam hal ini perlu dihitung kekuatan energi matahari dengan energi listrik yang dibutuhkan.

Air sangat dominan dalam penanaman sayur produktif dengan sistim hidroponik. Untuk menghemat air, air limbah dari kamar mandi dan dapurdiolah menjadi air bersih. Selain dipergunakan untuk tanaman hidroponik, juga untuk penyiraman tanaman dan perawatan gedung.

Kebun dibawah atap; memanfaatkan lahan dibawah atap sebagai kebun sayur produktif. Sistim penanaman hidroponik, bahan dasar yang dipergunakan adalah pipa pralon dan air. Posisi pipa pralon berada diatas lantai 1.00 m' dipenuhi tanaman sayuran. Panas matahari dimanfaatkan tanaman sayur, rongga dibawah pipa pralon dapat mengalir udara panas. Tanaman sayur dapat untuk kebutuhan restoran hotel, bila produksinya banyak dijual ke market sayur. Secara tak langsung sebagai industri pertanian.

Dari pengamatan, *Greenhost* Hotel telah menggunakan kriteria-kriteria konsep Arsitektur Berkelanjutan, Arsitektur Hijau dan Eco-Arsitektur dalam membangun, daur hidup bangunan sudah tercapai dan sehat. Penulis akan melakukan penelitian lebih lanjut tentang "daur hidup bangunan" pada bangunan berkelanjutan, tetap menggunakan "*GreenhostHotel*" sebagai studi kasus.

## Daftar Pustaka

### Buku :

- Daly, H. (1990). "*Commentary Toward some Operational Principles of Sustainable development*". *Ecological Economics* 2 (1990).
- Fauzi, A. (2004). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Teori dan Aplikasi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Bangunan Hotel dengan Konsep Arsitektur Berkelanjutan di Yogyakarta

- Harso, T. K. (2017). *Kenyaman Termal dalam Arsitektur Tropis*. <http://www.researchgate.net/publication/305189048>
- Heal, G. (1998). *Valuing the Future Economic Theory and Sustainability*. Columbi University Press. New York.
- Hudrita, R. P. (2010). *Pengertian, Kaidah, dan Konsep Arsitektur Berke-lanjutan*. <https://rezaprimawanhudrita.wordpress.com/2010/01/25/pengertian-kaidah-dan-konsep-arsitektur-berkelanjutan/>
- Mustika, D. S. (2017). *Arsitektur Berkelanjutan (Sustainable Architecture)* <http://depimustikasari.blogspot.co.id/2017/01/arsitektur-berkelanjutan-sustainable.html>
- Mamo, P. R., & Widhiningsih. (1979). *Aspek Iklim dalam Design Bangunan*. ----. Bandung.
- Rahadian, A. H. (2016). *Strategi Pembangunan Berkelanjutan*. Institut Ilmu Sosial dan Manajemen STIAMI. Prosiding Seminar STIAMI Volume III, No. 01, Februari 2016 ISSN 2355-2883.
- Saleh, A. (1969). *Iklim dan Arsitektur di Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Steele, J. (1997). *Sustainable Architecture: Principles, Paradigms and Case Studies*. Mc. Graw-Hill. California.

**Internet :**

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_design)  
<http://sains.kompas.com/read/2009/03/31/16014681.suhu.Udara.di.Indonesia.Rata-rata.Naik>