

PENERAPAN KONSEP MODULAR BERKELANJUTAN PADA RUANG PUBLIK GREEN CLOUD CHINA

Kresnanda Kiyoshiro Bagus Pratama¹, Figo Shendy Ullilazmy², Muhammad Farhan³, Heru Subiyantoro⁴

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jalan Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur.

120051010064@student.upnjatim.ac.id 20051010038@student.upnjatim.ac.id

320051010070@student.upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan akan ruang publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi fokus perhatian di berbagai belahan dunia, termasuk di China yang merupakan negara dengan populasi besar dan pertumbuhan permukiman yang cepat. Dalam konteks ini, teknologi modular yang berkelanjutan sangat dibutuhkan karena dapat digunakan berulang kali sehingga menghemat energi maupun material. Teknologi modular menjadi salah satu teknologi rancang bangun yang dapat membuat proses pembangunan lebih hemat dan efisien karena memiliki keunggulan seperti dapat direlokasi dan digunakan ulang tanpa melakukan penghancuran yang dapat menghasilkan limbah. Penelitian ini berfokus pada salah satu inisiatif yang menarik yaitu Green Cloud yang bertujuan untuk menciptakan ruang publik hijau yang inovatif dan ramah lingkungan di China. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi aspek-aspek modular berkelanjutan yang diterapkan pada Green Cloud China. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui studi literatur tentang pendekatan desain modular dan berkelanjutan. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang penerapan konsep modular berkelanjutan pada ruang publik Green Cloud China.

Kata-kunci: berkelanjutan; green cloud china; modular; ruang publik

IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE MODULAR CONCEPT IN GREEN CLOUD CHINA PUBLIC SPACE

ABSTRACT

The increasing demand for environmentally friendly and sustainable public spaces has become a focal point of attention worldwide, including in China, a country with a large population and rapid settlement growth. In this context, sustainable modular technology is highly needed as it can be reused multiple times, thus saving energy and materials. Modular technology is one of the construction technologies that can make the development process more cost-effective and efficient, as it offers advantages such as reusability and relocation without the need for destructive processes that generate waste. This research focuses on one interesting initiative, namely Green Cloud, which aims to create innovative and environmentally friendly green public spaces in China. The objective of this study is to identify sustainable modular aspects applied in Green Cloud China. The research methodology employed is qualitative-descriptive with data collection techniques through literature review on modular and sustainable design approaches. The results of this research can provide in-depth insights into the implementation of sustainable modular concepts in Green Cloud China public spaces.

Keywords: sustainable; green cloud china; modular; public space

PENDAHULUAN

Pertumbuhan permukiman yang cepat secara signifikan telah meningkatkan kebutuhan akan ruang publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Menurut ketentuan yang terdapat dalam UU No. 4 1992 Pasal 3 tentang permukiman, konsep permukiman didefinisikan sebagai bagian dari lingkungan hidup dalam wilayah perkotaan dan pedesaan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian, serta sebagai tempat kegiatan yang mendukung kehidupan dan penghidupan manusia. Satuan lingkungan permukiman mencakup prasarana dan sarana lingkungan yang diperlukan seperti ruang publik terbuka. Dengan pertumbuhan penduduk yang pesat dan urbanisasi yang terjadi, permukiman yang padat dan keterbatasan lahan menjadi masalah yang semakin mendesak. Dalam konteks ini, penting bagi pemerintah dan perencana kota untuk mengakomodasi kebutuhan ruang publik yang seimbang dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan keberlanjutan.

Untuk menghadapi keterbatasan lahan, perlu adanya perencanaan kota yang bijaksana dan inovatif. Pengembangan ruang publik yang efisien dan optimal perlu menjadi fokus utama. Ruang terbuka publik memiliki fungsi sebagai tempat pertemuan, interaksi, dan silaturahmi antar warga, serta sebagai tempat rekreasi yang melibatkan kegiatan khusus seperti bermain, berolahraga, dan bersantai. Ruang publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dapat memberikan kesejukan, mengurangi suhu permukaan, dan meningkatkan kualitas udara, sehingga berdampak positif terhadap kesehatan dan kenyamanan penghuni perkotaan. Ruang publik juga memiliki kontribusi yang signifikan sehingga dapat memberikan dampak positif bagi manusia (Budihardjo & Sujarto, 1998).

Dalam konteks ini, terdapat sebuah inovasi yang menarik di China yaitu Green Cloud yang bertujuan untuk menciptakan ruang publik hijau yang inovatif dan berkelanjutan. Dengan mengusung konsep teknologi modular berkelanjutan, menjadikannya sebagai inisiatif yang terdepan dalam pengembangan perkotaan. Penggunaan teknologi modular berkelanjutan dalam kerangka Green Cloud memungkinkan adanya metode konstruksi yang fleksibel dan dapat disesuaikan, yang mendorong efisiensi sumber daya dan mengurangi limbah. Dengan memanfaatkan komponen modular, seperti elemen bangunan *prefabricated* dan sistem infrastruktur yang fleksibel, Green Cloud dapat mengoptimalkan penggunaan ruang, mengurangi waktu konstruksi, dan meningkatkan keberlanjutan. Pendekatan ini juga memungkinkan adaptasi dan perubahan yang lebih mudah dalam menghadapi kebutuhan yang berubah seiring waktu, sehingga meminimalkan pemborosan dan memberikan keberlanjutan jangka panjang bagi proyek Green Cloud di China. Ruang publik yang dirancang dengan konsep modular juga memiliki potensi untuk memangkas waktu dan biaya konstruksi, buangan konstruksi, tanpa mengurangi kualitas dan fungsinya (Adinda, 2014).

Dalam buku "Arsitektur Berkelanjutan" (Ardiani, 2015), terdapat penjelasan mengenai beberapa prinsip penting dalam arsitektur berkelanjutan. Berikut adalah penjelasan masing-masing prinsip:

- Ekologi Perkotaan (Urban Ecology)
Prinsip ini menekankan pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem perkotaan. Manusia, hewan, dan tumbuhan saling ketergantungan dan membutuhkan satu sama lain. Prinsip ini bertujuan untuk melestarikan kehidupan alam agar dapat dinikmati oleh generasi mendatang.
- Strategi Energi (Energy Strategy)

Prinsip ini berfokus pada penggunaan energi yang efisien dan penggunaan energi terbarukan.

- Air (Water)

Prinsip ini berupaya untuk menghemat penggunaan air dan mengoptimalkan penggunaan energi air.

- Limbah (Waste)

Prinsip ini mengacu pada pengelolaan limbah yang baik dengan mengurangi, mengelola, dan mendaur ulang limbah.

- Material (Material)

Prinsip ini memperhatikan penggunaan material yang nyaman dan aman bagi penghuni bangunan.

- Komunitas Lingkungan

Prinsip ini menekankan pentingnya keterlibatan masyarakat dalam menciptakan lingkungan berkelanjutan.

Sementara itu, menurut Sassi, terdapat enam prinsip utama keberlanjutan dalam arsitektur. Prinsip-prinsip ini meliputi lahan, energi, air, material, kesehatan, dan komunitas.

- Lahan

mencakup penggunaan lahan yang efisien dan mempertimbangkan daya dukung lahan dalam menghadapi pertumbuhan populasi yang meningkat.

- Energi

berfokus pada penggunaan energi yang efisien dan penggunaan sumber energi terbarukan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

- Air

mengacu pada pengelolaan air yang efisien dan pengoptimalan penggunaan air bersih. Prinsip keempat, material, mencakup pemilihan material yang ramah lingkungan, tahan lama, dan dapat didaur ulang.

- Kesehatan

menekankan pada kualitas udara, pencahayaan alami, dan aspek kesehatan lainnya dalam perancangan bangunan.

- Komunitas, berfokus pada keterlibatan dan partisipasi masyarakat dalam merancang lingkungan binaan yang berkelanjutan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penerapan konsep berkelanjutan pada Green Cloud, sebuah ruang publik modular yang berada di China dengan mempertimbangkan beberapa masalah yang dihadapi. Dalam penelitian ini, akan dikaji sejauh mana aspek-aspek berkelanjutan yang telah diterapkan dalam desain dan operasional ruang publik tersebut. Melalui pemahaman yang lebih mendalam diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai penerapan konsep berkelanjutan pada ruang publik modular Green Cloud China terhadap pesatnya pertumbuhan permukiman.

METODE

Metode penelitian deskriptif kualitatif digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan dan menganalisis konsep keberlanjutan pada objek secara rinci. Metode kualitatif adalah metode penelitian yang memiliki fokus terhadap pemahaman makna yang dieksplorasi oleh individu atau kelompok dengan bersumber pada masalah sosial atau

kemanusiaan (Creswell, 2016). Pengumpulan data menggunakan metode studi pustaka atau literatur melalui jurnal-jurnal dan dokumentasi gambar Green Cloud dilakukan melalui *digital imaging* yang bersumber dari internet.

Tahap analisis data pada penelitian ini yaitu dengan cara mengkaji elemen ruang publik yang mengacu pada teori prinsip berkelanjutan yang telah dijelaskan pada kajian pustaka. Pada kajian ini diambil beberapa teori prinsip berkelanjutan, seperti prinsip lahan (*land use*), material, kesehatan kenyamanan, komunitas, dan ekologi perkotaan. Hasil akhir dari penelitian ini akan menunjukkan penerapan prinsip berkelanjutan pada ruang publik green cloud yang kemudian dijadikan sebagai kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Lahan (Land Use)

Ruang publik green cloud di letakkan di atas rusun-rusun kumuh yang ada di daerah Gangxia Village, Shenzhen, China. Urban mountain merupakan konsep dari penempatan ruang green cloud ini. Urban mountain adalah konsep yang ditujukan untuk membuat penghijauan di antara gedung-gedung tinggi yang berjumlah sangat banyak di Gangxia Village. Gangxia Village sendiri merupakan kawasan urban yang terdiri dari banyak permukiman vertikal. Permukiman vertikal banyak digunakan pada daerah ini karena padatnya jumlah penduduk. Dengan padatnya bangunan vertikal di daerah ini, mengakibatkan minimnya ruang hijau terbuka pada Gangxia Village. Konsep dari penempatan ruang publik di atas rusun merupakan salah satu solusi *land use* untuk mengatasi kurangnya ruang terbuka tersebut. Penghijauan dilakukan di atas gedung-gedung rusun sebagai alternatif akan ruang hijau terbuka.



Gambar 1. Konsep Urban Mountain dengan Penerapan Green Cloud
(Sumber: Archdaily, 2018)

'Yugong Plan 2.0' adalah penamaan dari program perancangan ruang publik green cloud. Konsep dari green cloud adalah mengoptimalkan atap yang tidak dimanfaatkan pada bangunan-bangunan hunian vertikal. Konsep ini mengubah atap menjadi permukaan tanah kedua yang dapat digunakan untuk menyimpan air hujan dan memperluas area hijau..

Dengan mengoptimalkan atap yang tidak dimanfaatkan, program 'Yugong Plan 2.0' dengan penerapan green cloudnya sebagai ruang publik bertujuan untuk menciptakan ruang yang lebih hijau, dapat mengoptimalkan penyimpanan air hujan, dan memberikan tempat bagi masyarakat untuk berinteraksi dan menikmati ruang terbuka hijau. Konsep ini merupakan upaya untuk meningkatkan kualitas hidup dan keberlanjutan lingkungan perkotaan.

Analisis Material

Penggunaan material berkelanjutan dalam Green Cloud merupakan salah satu aspek penting dalam menciptakan ruang publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Melalui penerapan prinsip desain berkelanjutan, Green Cloud China berupaya menggunakan material yang memiliki dampak lingkungan rendah, serta mempromosikan penggunaan material daur ulang atau material ramah lingkungan.

Green Cloud China mengadopsi pendekatan penggunaan material berkelanjutan dalam konstruksi bangunan dan infrastruktur di area tersebut. Mereka memprioritaskan penggunaan material daur ulang seperti kayu daur ulang atau baja daur ulang yang memiliki siklus hidup yang lebih panjang daripada material baru, sehingga mengurangi kebutuhan akan material baru yang berpotensi menghasilkan limbah.



Gambar 2. Material Kayu dan Baja Daur Ulang
(Sumber: Archdaily, 2018)

Selain itu, Green Cloud juga mendorong penggunaan material ramah lingkungan yang memiliki efisiensi energi tinggi, seperti penggunaan bahan isolasi yang dapat mengurangi kebocoran energi termal dalam bangunan. Penggunaan material ramah lingkungan seperti batu bata ramah lingkungan yang diproduksi dengan menggunakan teknologi produksi yang lebih efisien juga menjadi salah satu contoh penerapan material berkelanjutan dalam Green Cloud.

Analisis Kesehatan dan Kenyamanan

Menurut Rustam Hakim (1993), seorang praktisi perancang ruang publik dan lansekap, kenyamanan dalam perancangan ditentukan oleh beberapa unsur pembentuk. Unsur-unsur tersebut meliputi:

1. Sirkulasi

Sirkulasi merujuk pada pengaturan jalan dan rute yang mempengaruhi mobilitas dan aksesibilitas area tersebut. Area ini terletak di rooftop rusun yang merupakan bangunan vertikal sehingga akses kesana tentu melalui lift dan tangga sehingga akses sudah jelas dan tertata. Bangunan ini pun terbuka dengan aksesnya yang ke segala arah.

2. Daya Alam atau Iklim

Daya alam atau iklim mencakup aspek seperti kondisi cuaca, suhu, dan pencahayaan alami yang berdampak pada kenyamanan pengguna. Cuaca dan suhu tetap hangat menjelang panas karena lingkungan urban ini dikelilingi oleh bangunan tinggi. Pencahayaan alami digunakan karena area yang terbuka dengan adanya kanopi dari kubus-kubus yang disusun sebagai penutup beberapa area.

3. Kebisingan

Pada area perkantoran ataupun permukiman padat penduduk, kebisingan tentu tidak dapat dihindarkan. Solusi yang diterapkan untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah dengan menempel atap dengan rumput serta membuat dinding-dinding dari kubus sebagai tempat bernaung sekaligus filter kebisingan dari rusun yang mengelilinginya.

Analisis Komunitas

Gangxia Village merupakan kawasan urban yang terdiri dari banyak permukiman vertikal. Permukiman vertikal pada daerah ini terdiri dari banyak rumah susun kumuh yang mempunyai lahan terbatas untuk aktivitas sosial. Kurangnya lahan terbuka dan ruang publik mengakibatkan penghuni bangunan kurang berinteraksi satu sama lain. Hadirnya green cloud memberikan angin baru bagi penduduk penduduk rumah susun di daerah Gangxia Village. Ruang publik terbuka sebagai wadah aktivitas sosial dihadirkan melalui penggunaan struktur modul untuk mengatasi kurangnya lahan terbuka di lingkungan sekitar.



Gambar 3. Struktur Modul Playground
(Sumber: Archdaily, 2018)

Penggunaan konsep multifungsi pada ruang publik green cloud, dapat memudahkan segala kebutuhan penggunaannya. Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa dengan penggunaan struktur modul, ruang publik seperti playground dapat dihadirkan dengan menggantungkan ayunan untuk anak-anak bermain. Konsep ruang publik yang mempunyai sistem modular memungkinkan penataannya berubah secara dinamis sesuai dengan kebutuhan ruang. Hal ini memungkinkan penciptaan ruang terbuka di bawahnya yang dapat digunakan untuk berbagai aktivitas sosial. Selain itu, ruang atas permukaan tanah tersebut dapat digunakan untuk berjalan dan duduk bagi orang-orang. Ini menciptakan ruang terbuka yang menyediakan tempat untuk bersantai, menikmati pemandangan, bercengkrama, dan aktivitas sosial lainnya.

Analisis Ekologi Perkotaan

Menurut Heinz Frick (1997), arsitektur ekologis adalah suatu konsep desain arsitektur yang mempertimbangkan keselarasan antara manusia dan lingkungannya. Prinsip dasar teori Arsitektur Ekologi berfokus pada hubungan saling menguntungkan antara elemen alam, bangunan, dan manusia. Ini melibatkan pengelolaan lingkungan, pengolahan bangunan, dan keterlibatan manusia dalam pembangunan yang harmonis.

Berdasarkan peninjauan pendekatan teori Arsitektur Ekologi menurut Heinz Frick, prinsip-prinsip ekologi yang dapat diterapkan dalam perencanaan bangunan adalah sebagai berikut:

1. *Desain yang Beradaptasi dengan Lingkungan*

Dalam mendesain bangunan, keadaan eksisting tapak dan elemen-elemen yang ada di dalamnya sangat penting untuk dipertimbangkan. Dengan mempertimbangkan hal ini, dapat diciptakan desain yang responsif dan mampu beradaptasi dengan lingkungannya.

2. *Pemanfaatan Sumber Daya Energi dan Alam yang Efisien*

Dalam mendesain bangunan, terdapat beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan. Salah satunya adalah dengan melakukan substitusi sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Sedangkan, pemanfaatan sumber daya alam dapat diterapkan melalui prinsip-prinsip dalam pemilihan material bangunan, pengolahan energi bangunan, dan efisiensi energi pada lingkungan.

3. *Keseimbangan antara Sistem Bangunan*

Untuk mencapai desain arsitektur yang ramah lingkungan, diperlukan adanya sistem yang beroperasi dalam bangunan sepanjang siklus hidupnya. Sistem ini bertujuan untuk menciptakan peredaran yang menyeluruh antara aspek penyediaan dan pembuangan hasil metabolisme bangunan, meliputi tahap pembangunan, pemakaian, dan perawatan bangunan.

Analisa Green Cloud menurut Ekologi Perkotaan Heinz Frick

1. *Desain yang Beradaptasi dengan Lingkungan*

Green Cloud merupakan inisiasi yang dimaksudkan untuk “menghijaukan” daerah urban disana. “PENGhijauan” ini diibaratkan sebuah awan masif yang menutupi atap tiap bangunan secara makro yang diwujudkan secara mikro oleh tiap-tiap bangunan, bernama Urban Mountain. dibangun di atas rooftop-rooftop rusun dengan ukuran yang menyesuaikan luasan rusun yang ditempati. Jumlah modul-modul kubus yang terpasang juga menyesuaikan dengan luasan tiap atap.

Dengan sifatnya yang praktis dan efisien, maka Urban Mountain ini merupakan desain yang beradaptasi dengan lingkungan. Sifatnya yang portabel memungkinkan bangunan lain untuk dapat menyesuaikan berdasarkan standar yang sudah ditetapkan oleh arsitek, sehingga dapat mereplikasi dan mewujudkan konsep Green Cloud.

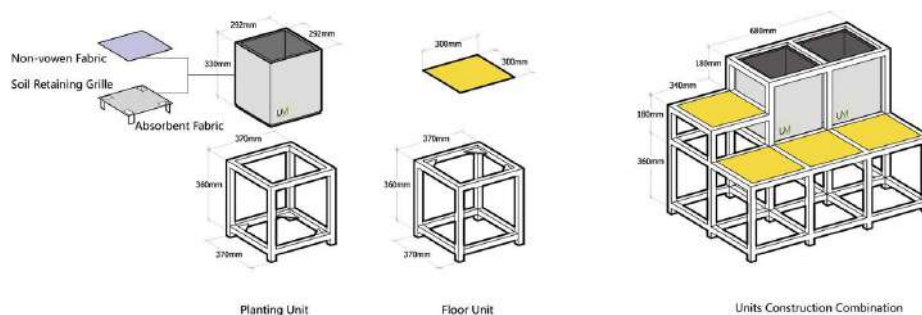


Gambar 4. Green Cloud dan Lingkungan Sekitar
(Sumber: Archdaily, 2018)

Green Cloud juga didasarkan oleh kebutuhan lingkungan, dimana banyaknya bangunan yang ada serta telah meningginya permukaan laut membuat sebuah ruang publik hijau sulit untuk dibangun karena terbatasnya lahan dan potensi untuk tenggelam apabila terjadi banjir. Padahal, bangunan yang memiliki populasi yang tinggi tentu butuh ruang terbuka untuk berkumpul. Sehingga dengan latar belakang tersebut, ada urgensi untuk membangun Green Cloud yang menyesuaikan kebutuhan lingkungan.

2. Pemanfaatan Sumber Daya Energi dan Alam yang Efisien

Masing-masing Urban Mountain tidak menggunakan penghawaan maupun pencahayaan buatan dalam penerapannya, karena bangunannya yang sifatnya terbuka. Pencahayaan sepenuhnya disokong oleh matahari, dan penghawaan dengan penyusunan kubus-kubus yang tertata sedemikian rupa sehingga aliran angin bisa masuk dan menyebar.

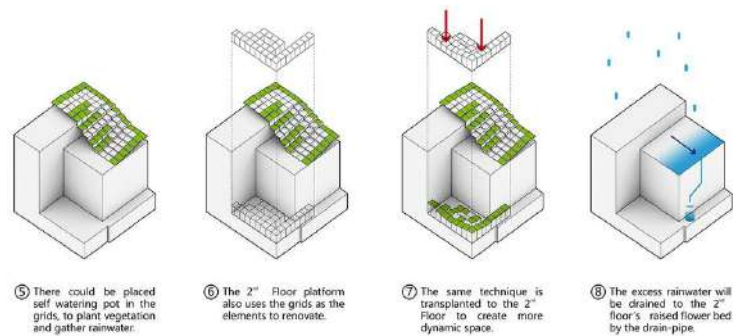


Gambar 5. Penyusunan Kerangka Kubus
(Sumber: Archdaily, 2018)

Selain itu, kubus-kubus ini merupakan material yang berkelanjutan, dengan sifatnya yang lokal dan mudah ditemui di daerah tersebut. Urban Mountain juga terdiri dari sedikit bahan sehingga berkelanjutan bukan hanya dari sumber didapatnya material, tetapi juga alur distribusi dan jejak karbon yang ditinggalkan yang akan lebih sedikit.

Dari segi pemanfaatan energi, air dimanfaatkan dengan sangat baik. Adanya rainwater harvesting serta pengaliran air yang baik dari tingkat dua turun menuju tingkat satu merupakan bentuk penghematan dan sirkulasi air hujan. Untuk

mendukung reservasi air yang baik, tentu juga disiapkan media-media tanam untuk menampung air yang masuk. Meskipun sistemnya self-watering, namun air sisa ini dapat diteruskan ke bawah.



Gambar 6. Pemanfaatan Air
(Sumber: Archdaily, 2018)

3. Keseimbangan antara Sistem Bangunan

Karena sifatnya yang berfungsi sebagai public space, serta tidak adanya area untuk berkumpul, maka tentu area ini sering dikunjungi oleh penghuni yang ada di daerah tersebut. Dengan sifat taman terbuka ini, penghuni harus menyiram media-media tanam sendiri, sehingga mewajibkan penghuni untuk berkunjung dan menghidupkan area ini dengan aktivitas-aktivitas yang ada didalamnya.



Gambar 7. Aktivitas Bertanam
(Sumber: theartofcities, 2018)

Proyek Green Cloud juga memiliki dampak positif bagi pemuda dan persepsi mereka terhadap alam. Selama dua tahun terakhir, atap hijau menjadi kelas luar ruangan untuk pendidikan alam setiap musim panas, di mana anak-anak mengikuti kelas untuk mempelajari berbagai mata pelajaran seperti biologi, air, dan konservasi. Memberikan kesempatan kepada pemuda perkotaan untuk menyerap pengetahuan sambil kembali terhubung dengan alam akan menjadi pencapaian jangka panjang utama dari proyek ini.



Gambar 8. Aktivitas Bermusik
(Sumber: thenatureofcities, 2018)

Salah satu ide yang diubah menjadi kenyataan adalah konser musik live di atap hijau. Dengan dukungan pusat pendidikan pemuda lokal, para siswa secara sukarela berpartisipasi dalam mengorganisir konser untuk warga desa Gangxia, banyak diantaranya mungkin tidak memiliki cara atau waktu untuk menghadiri konser musik klasik. Pada suatu malam musim panas, sekelompok musisi muda menggunakan atap sebuah perkampungan perkotaan sebagai panggung mereka dan menyelenggarakan konser musik klasik sambil duduk di antara tanaman asli. Penduduk sekitar cukup mendekati jendela mereka untuk mendengarkan, dan kedekatan antara tetangga di perkampungan perkotaan yang padat ini tiba-tiba menjadi suatu keuntungan.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, telah dianalisis bahwa ruang publik Green Cloud menerapkan prinsip-prinsip sustainable dalam perancangannya. Dari analisa land use, Green Cloud menerapkan ruang publik pada atap bangunan kumuh sebagai ruang publik, sehingga atap dapat lebih bermanfaat. Ruang publik Green Cloud menerapkan prinsip-prinsip sustainable dengan memanfaatkan ruang yang tersedia secara efisien, memperluas area hijau, mengumpulkan dan menyimpan air hujan, serta memberikan tempat untuk berinteraksi sosial. Dengan demikian, ruang publik green cloud merupakan contoh yang baik dalam menerapkan prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami bersyukur dan mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami berhasil menyelesaikan artikel ini. Artikel ini ditulis sebagai bagian dari Luaran Program MBKM Magang Mandiri. Kami sadar bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tugas ini akan sulit bagi kami untuk diselesaikan. Oleh karena itu, kami ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Heru Subiyantoro S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Paper Seminar Nasional Arsitektur Pertahanan 2023 atas bimbingan dan dorongan yang telah diberikan selama proses penulisan artikel ini. Tanpa bimbingan dan arahan yang cermat dari Bapak, kami tidak akan mampu mencapai hasil yang memuaskan.

2. Panitia Seminar Nasional Arsitektur Pertahanan 2023 - UPN "Veteran" Jawa Timur yang telah menyelenggarakan acara ini.
3. Keluarga tercinta kami di rumah yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi terbesar bagi kami.
4. Teman-teman satu kelompok yang telah saling mendukung dan berjuang bersama sejauh ini. Kehadiran dan kolaborasi kalian dalam tim ini sungguh luar biasa, dan kami sangat berterima kasih atas kerjasama dan dedikasi yang telah ditunjukkan.

Terakhir, namun tidak kalah penting, kami menyadari bahwa artikel ini mungkin masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kami sangat menghargai setiap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang membaca artikel ini. Dengan dukungan dan masukan yang berharga, kami berharap dapat memperbaiki dan menyempurnakan artikel ini ke depannya. Sekali lagi, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penulisan artikel ini. Semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya, dan semoga kita semua dapat terus saling mendukung dan berkolaborasi untuk mencapai prestasi yang lebih besar di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinda, N. R. (2014). Aplikasi teknologi pabrikasi rumah modular pada konstruksi rumah tinggal. *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*, 7(1), 15–25.
- Ardiani, Y. M. (2015). *Sustainable Architecture: Arsitektur Berkelanjutan*. Jakarta: Erlangga.
- Budihardjo, E., & Sujarto, D. (1998). Kota yang Berkelanjutan. *Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan*.
- Creswell, J. W. (2016). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 5.
- Hakim, Rustam (1993). *Unsur Perancangan dalam Arsitektur Lansekap*. Jakarta: Jakarta Bumi Aksara.
- Frick, Heinz (1997). *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta : Kanisius