



STRUKTUR ATAP GREEN DENGAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

Yolla Savitri Natale Kawuwung¹, LMF Purwanto²

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Kristen di Tomohon¹

Program Doktor Konsentrasi Arsitektur Digital, Fakultas Arsitektur dan Desain,
Universitas Katolik Soegijapranata Semarang²

E-mail: yolla.sk@gmail.com¹

Abstract

The green roof structure shows that the relationship between humans and the environment is very close. Buildings that are developing today prefer roofs with materials that are easy to get. The price is affordable and as a result the environmental conditions are hot and farther away from the sense of comfort. Green roofs are starting to be implemented in some cities, indicating that many benefits will be obtained. The roof that is used as a garden, helps water absorption where the process must use technology that is developing today, for this reason, in writing research qualitatively descriptive methods were chosen to look at development experiences using green roofs which are examples that the environment will feel healthy if you start using green roofs by looking at the structure that is environmentally friendly.

Keyword: Environment, Green roof, Structure, Technology

Abstrak

Struktur atap *green* menunjukkan bahwa hubungan manusia dengan lingkungan sangat erat sekali. Bangunan yang berkembang saat ini lebih memilih atap dengan bahan material yang mudah di dapat. Harga terjangkau dan akibatnya kondisi lingkungan terasa panas dan semakin jauh dari rasa nyaman. Atap *green* mulai di terapkan di beberapa kota, menunjukkan bahwa banyak manfaat yang akan diperoleh. Atap yang dijadikan taman, membantu penyerapan air dimana prosesnya harus memakai teknologi yang berkembang saat ini, untuk itu dalam penelitian penulisan secara metode deskriptif kualitatif dipilih untuk melihat pengalaman-pengalaman pembangunan dengan menggunakan atap *green* yang menjadi contoh bahwa lingkungan akan terasa sehat apabila mulai memakai atap *green* dengan melihat strukturnya yang ramah akan lingkungan.

Kata Kunci: Atap green, Lingkungan, Struktur, Teknologi

Info Artikel :

Diterima; 2023-01-14

Revisi; 2023-03-03

Disetujui; 2023-03-06

PENDAHULUAN

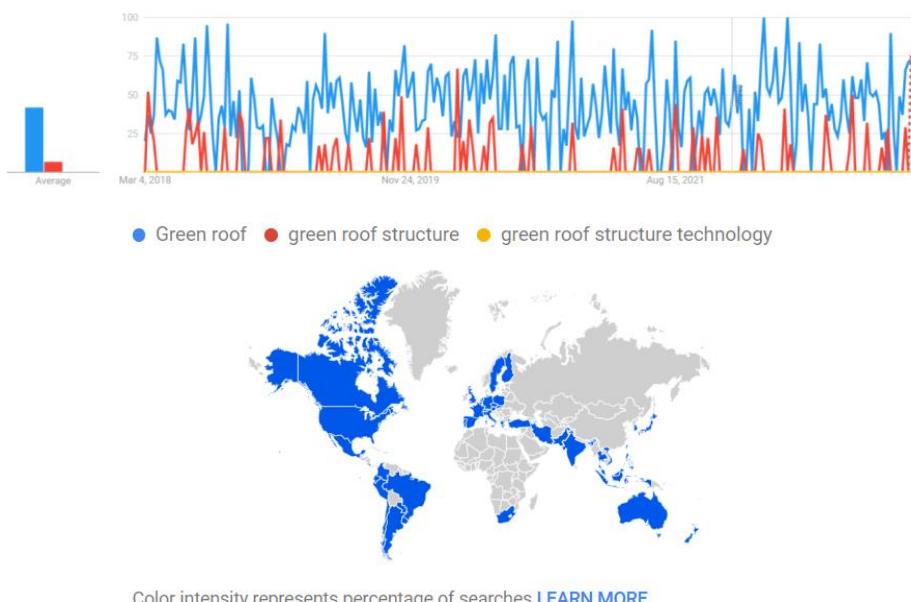
Pembangunan rumah, kantor-kantor baru dan dengan gedung bertingkat lainnya hingga saat ini merupakan kebutuhan. Berbagai bentuk struktur konstruksi bangunan banyak mengalami perubahan. Hal ini disebabkan oleh keinginan yang didasarkan atas fungsi, adanya bahan teknologi keluaran terbaru serta trend lingkungan yang terjadi saat ini. Salah satu contoh adalah bentuk bangunan yang simpel, sederhana dan bahan yang mudah di dapat atau di jangkau harganya. Sangat minim sekali melihat masyarakat membangun rumahnya yang sesuai dengan pilihannya.

Terlihat jelas, saat pemerintah memprogramkan pembangunan sejuta rumah bagi masyarakat belum mampu membangun rumah sendiri. Bila rumah sudah jadi, maka bisa di miliki asalkan mengikuti sesuai dengan aturan atau syarat yang diberlakukan. Hal ini tentulah membuat sebagian masyarakat merasa senang

walaupun bentuk rumahnya sederhana dengan atap dan bahan konstruksi rumah yang sudah ditetapkan oleh pemerintah.

Bentuk atap, dan bahan yang dipakai pada dasarnya disesuaikan dengan anggaran yang ada, dan jika ada masyarakat merasa memiliki uang lebih, maka mereka biasanya bisa mewujudkan rumah impiannya. Terlebih para pencinta lingkungan dan paham akan kondisi yang sedang terjadi saat ini.

Sudah pasti, ketika berada pada satu kawasan seperti perumahan, terdapat beberapa hal yang dirasakan kurang nyaman, karena kepanasan. Bahan atap yang dipakai cenderung menambah ketidaknyamanan. Tapi ada perumahan real estate yang sudah bisa membaca keinginan para calon pembelinya dengan menawarkan bahwa perumahan tempatnya lebih nyaman. Hal ini dikarenakan ada yang sudah menerapkan atap yang ramah dengan lingkungan, bahkan memiliki kebun atap sehingga serasa ada hal yang berbeda menciptakan kenyamanan, kepuasan dan indah untuk di lihat.



Gambar 1. Trend Penelitian terkait Atap *Green* dikaitkan dengan Struktur dan Teknologi

Gambar diatas melalui *google trends* menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 5 tahun, yang secara ilmu jika di berikan kata kunci *green roof* atau atap hijau, *green roof structure* atau struktur atap hijau dan *green roof structure tecnology* atau teknologi struktur atap hijau terlihat jelas yang sering dipakai secara menyeluruh adalah atap hijau dan kemudian diikuti struktur atap hijau dan khusus yang terkait teknologi sangat kurang. Ini menunjukkan bahwa penelitian terkait struktur dan teknologi atap hijau/ *green* masih kurang.

Memang dalam membuat konstruksi atap *green* yang ramah lingkungan tentu tidaklah mudah, untuk itu penulis mencoba menggali dan memahami berbagai bacaan yang pernah ada. Struktur atap yang trend dengan memanfaatkan atap *green* sebagai lahan kebun menunjukan betapa ramahnya lingkungan ini dijadikan topik dalam penulisan. Penulis mencoba melihat bagaimana penerapan struktur konstruksi bangunan atap *green* dan teknologi apa saja yang bisa meminimalisir permasalahan struktur atap *green* yang dijadikan kebun.

METODE PENELITIAN

Pada proses ini, metodenya adalah menelusuri berbagai jurnal, artikel, buku dan hasil penelitian secara online. Data-data ini dikumpulkan kemudian diolah secara deskriptif kualitatif.

Data-data tersebut dianalisa dengan melihat beberapa gambar struktur atap yang telah menerapkan teknologi yang ramah akan lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian

Dalam kbki (2022) struktur didefinisikan sebagai susunan pada bangunan yang diatur berdasarkan pola. Atap merupakan penutup bangunan. *Green* adalah istilah yang diadopsi dari luar artinya hijau. Teknologi adalah metode terapan yang dipakai untuk mendapatkan sesuatu yang praktis. Ramah adalah dapat menyesuaikan dan lingkungan merupakan tempat perlintasan. Jika dirangkaikan secara kalimat, maka pemahaman dari struktur atap dengan teknologi ramah lingkungan adalah susunan pada bangunan yang dipakai sebagai penutup dengan memakai metode terapan praktis yang sesuai dengan tempat perlintasan.

Atap green atau istilah lainnya *roof green* (2022), oleh pemerintah Indonesia melalui kementerian mengatakan bahwa atap bangunan yang ditutupi dengan membrane yang tahan air, dimana diatasnya terdapat vegetasi. Struktur yang dipakai pada atap green ini terdiri atas konstruksi hijau yang dibuat secara berlapis.

Teknologi ramah lingkungan menerapkan penggunaan bahan, minimal dapat mencegah kerusakan alam terlebih pada bangunan.

Bentuk-Bentuk Atap Green Ramah Lingkungan

Perkembangan bentuk-bentuk atap bangunan dengan konsep dekat dengan alam, seperti yang dikenal dengan atap ramah lingkungan dapat berbentuk kebun atap. Kebun atap ini bisa dibuat baik pada gedung perkantoran, hotel ataupun pada gedung olahraga yang bisa menghasilkan kesegaran alami.

Khusus taman atap atau kebun diatas atap lahir karena di perkotaan sudah terbatas lahan yang luas, sehingga yang terlihat adalah bangunan bertingkat. Berikut ini adalah salah satu contoh rumah yang dibuat dimana setiap sudut bangunan ini dijadikan taman, yang diyakini oleh mereka sebagai alternatif dalam meningkatkan kualitas kebersihan udara, membantu mengurangi polusi perkotaan. Bentuk struktur bangunan atap ini adalah hasil karya Guz Architects, beliau membangunnya di Sentosa Inslad Singapura (Tarmizi, 2020). Sudah pasti, kesan kita saat melihat ini akan terasa sejuk nyaman dan indah untuk di lihat.

Ada juga bangunan atapnya dibuat dari beton secara bertingkat, kemudian dibuat sebagai ruang taman dengan konsep terbuka dan memakai beragam tanaman yang dianggap tidak merusak atap tersebut. Dibawah adalah gambar hasil karya dari arsitek Nghia dan Masaaki. Bangunan ini terdapat di Vietnam tepatnya Nha Trang.



Gambar 2. Taman atap (*roof garden*) karya Guz Architects



Gambar 3. Bangunan atap hijau secara bertingkat, karya Nghia dan Masaaki

Salah satu bangunan yang sedang trend di Thailand, adalah Kampus Rangsit Universitas Thammasat. Kampus ini dibuat guna mengatasi masalah lingkungan dan memberi sumbangsih pada perubahan iklim. Pembangunannya sangat menginspirasi bagi para pencinta lingkungan, karena bangunan kampus ini dijadikan sebagai kebun pertanian bagi masyarakat sekitarnya (Conner, 2022). Menarik untuk di ikuti, karena bangunan ini direncanakan oleh Kotchakorn Voraakhom bersama timnya, ide mereka adalah ingin membangun atap yang konvensional dengan menaruh taman sebagai tempat yang bisa dimanfaatkan. Bangunan atap itu dijadikan kebun pertanian (1,73 Ha) terinspirasi dari sawah tradisional. Bentuk zig zag dan konsep atap ini bisa dipasang panel surya yang bisa menghasilkan 500.000 watt perjam.



Gambar 4. Bangunan Puay Park, Thailand Karya Kotchakorn Voraakhom

Sistem Teknologi Bangunan Atap Ramah Lingkungan

Sesuai sejarah, atap hijau secara teknologi sudah ada sejak 4 dekade. Ini dikenal di Amerika Utara pada tahun 1999 oleh Bapak Jorg Breuning sebagai pendiri atap hijau.

Beliau telah memiliki pengalaman dan unggul serta banyak memberikan sentuhan alami pada industry teknologi hijau di Amerika Utara (Breuning, 2021). Teknologi atap hijau yang dikenalkan berupa inovasi bagi para arsitek dalam mendesain. Adapun system atap hijau yang khas sudah di kenalkan adalah :

FITUR / PROPERTI / SPEFISIKASI / OPSI	Sistem Bakir	Sistem Elemen Spons	Sistem Drainase Granular	Sistem Papir Drainase	Sistem Platform Monolitik
Membutuhkan Vegetasi Instan	YA	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK
Cokolan, Stek, Biji	TIDAK	YA TIDAK*	YA	YA	YA
Ketebalan Sistem Variabel	TIDAK	TERBATAS	YA	YA	YA
Keanekaragaman hayati	SEDANG	RENDAH	TINGGI	TINGGI	TINGGI
Retensi dan Penahanan Air pada 6"	SEDANG	TINGGI	SEDANG	SEDANG	TINGGI
Rasio Udara-ke-Air adalah kunci untuk ketahanan	DAPAT DITERIMA	TIDAK BAIK	SEMPURNA	BAGUS	SEMPURNA
Berat Jenuh pada kedalaman 6 "	SEDANG	TINGGI	SEDANG	SEDANG	SEDANG
Berat Jenuh pada kedalaman 12 "	TIDAK TERSEDIA	TIDAK TERSEDIA	RENDAH	SEDANG/TINGGI	RENDAH
Waktu pengiriman	3-6 BULAN*	1-4 BULAN*	SANGAT CEPAT	CEPAT	CEPAT
Pemeliharaan pada kedalaman 6 "	TINGGI	SEDANG	RENDAH	RENDAH	RENDAH
Opsi Atap Biru Hijau	TIDAK*	TIDAK	YA	TIDAK*	YA
Pemasangan Solar Green Roof di kemudian hari	TIDAK	TIDAK	TIDAK	TIDAK	YA
Rasio Manfaat Biaya	TINGGI	RATA-RATA	BAGUS	RATA-RATA	RATA-RATA
Nilai Ekologis	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TINGGI	TINGGI
Nilai Keseluruhan 1= Buruk 5= Terbaik	2	2	4	3	5

Gambar 5. Perbandingan system atap hijau di pasaran

Sistem atap yang ditawarkan pada gambar diatas, diharapkan dapat dikembangkan lagi sebagai pembelajaran dalam keberlanjutan. Berdasarkan pengalaman salah satu contoh teknologi yang dikeluarkan oleh Klima Roof/ Atap Klima (Breuning, 2021). Klima roof merupakan industry terkenal di eropa, mereka juga belum lama ini memperkenalkan atap ini ke Timur Tengah. Adapun yang membuat Klima roof hadir karena didorong oleh rasa ingin berbagi terutama untuk tanaman. Produknya berupa Atap Hijau yang terkenal dengan Platform Monolitik. Sistem atap ini bisa bertahan dengan perubahan iklim secara sempurna. Struktur konstruksinya terlindungi oleh platform. Klima roof menawarkan bahwa karya mereka bisa memastikan 1). Monolitis, 2). Berintegrasi dengan PV, 3). Smart flow control, 4). Flexibel, 5). Mulus, 6). Aman.



Gambar 6. Platform Monolitik karya Klima Roof

Bericara system pada bangunan dengan menggunakan teknologi yang ramah dengan lingkungan, berarti membicarakan struktur. Struktur atap green adalah gabungan yang cukup rumit secara tiga dimensi. Sistem struktur pada atap meliputi bahan penopang berupa rangka yang tersusun secara tegak baik horizontal maupun vertical. Struktur atap (kuda-kuda, gording, kasau, reng, reng balok, lisplank tirisan, lisplank ujung, pelapis atap dan penutup) adalah komponen yang saling terikat yang terbuat dari bahan-bahan dengan teknologi yang cukup beragam saat ini.

Konsep atap green oleh PUPR melalui Ditjen Cipta Karya ada 3 yaitu : ekstensive, semi dan intensive. Artinya dibutuhkan media untuk tanaman berupa tanaman hias yang perawatannya murah pada tingkat ekstensive. Untuk semi intensive media tanamnya agak lebi dengan jenis tanaman lebih banyak dan struktur bangunannya lebih berat, sementara atap dengan konsep intensive bisa digunakan pada gedung bertingkat dan biasanya jadi taman bagi sarana bermain. Atap green harus memperhatikan prinsip dasar seperti : lapisan anti air, penopang akar, lapisan drainase, filter, media tanam, drip irrigation, dan pemilihan jenis tanaman.

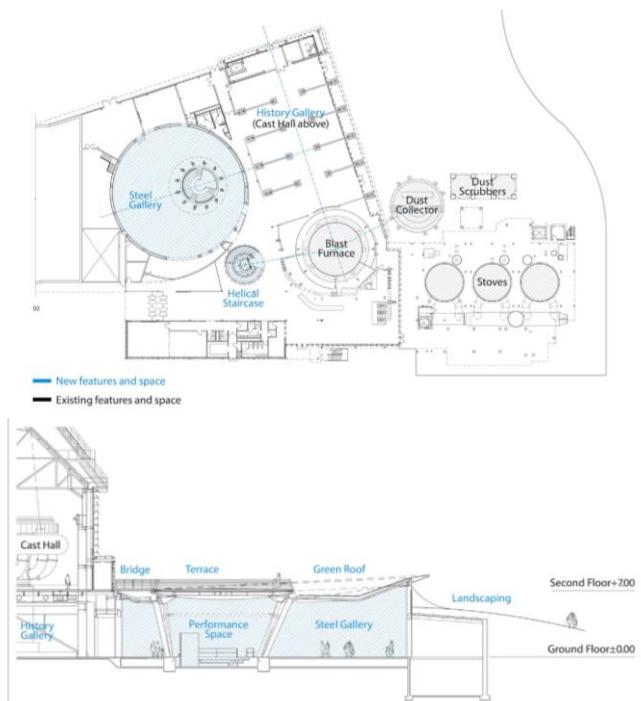
Atap Green Museo del Acero Horno3

Belajar tentang sistem structure yang di terapkan pada bangunan Museo Del Acero di Monterrey Meksiko (James, 2012) adalah museum yang menunjukkan struktur baja yang menghasilkan taman umum sebagai perpaduan dari tangga baja heliks bentang tunggal dan sistem fasad serta atap galeri baja yang bisa dilipat.

Site plan Museo Del Acero Horno3 mengekspresikan semangat kejayaan industri bekas situs ini dan merayakan posisinya dalam lanskap dramatis di sekitarnya. Desain lansekap keseluruhan menekankan profil fisik struktur tungku 70 meter sambil melengkapi desain modern dari struktur baru. Sejarah baja adalah elemen naratif penting di seluruh situs, dan dengan demikian baja, sebagian besar direklamasi dari situs (seperti rel baja yang tertanam bijih yang digunakan untuk mendefinisikan ruang pameran luar ruangan) digunakan secara luas untuk membantu mendefinisikan plaza umum dan menggambarkan air mancur dan teras lanskap. Benda dan mesin baja besar yang terbentuk bebas (Christian, 2010).

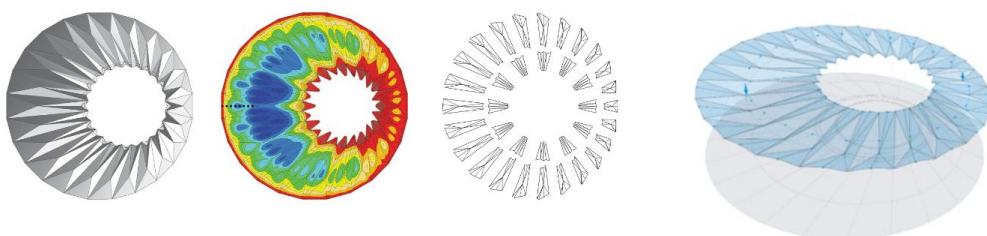


Gambar 7. Site Plan Museo Del Acero Horno3



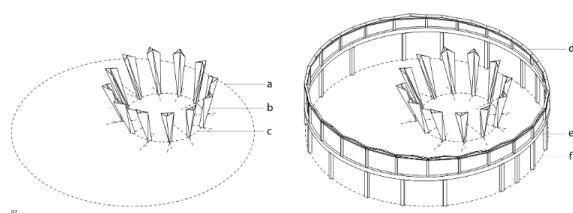
Gambar 8. Lay Out dan Potongan Desain Museo Del Acero Horno3

Konsep perencanaan, bentuk dasar, dan struktural, dimulai mengembangkan geometri spesifik atap. Dengan bantuan model komputer parametrik, satu set hubungan geometris didirikan, sehingga pembentukan struktural adaptif dan responsif terhadap kendala lebih lanjut saat desain berkembang. Contoh dari kendala fungsional dan spasial tambahan ini adalah kemiringan minimum untuk memastikan drainase dan pembersihan yang efektif di bawah jembatan, yang menghubungkan teras dengan Cast Hall.

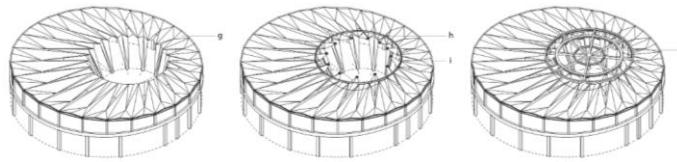


Gambar 9. Konsep Bentuk Atap Steel Galery Museo Del Acero Horno3

- a Outer setout circle $r=15.15\text{m}$
- b Inner setout circle $r=5.0\text{m}$
- c Faceted columns (12), base section: triangular, top section: chevron ($t=13\text{mm}$)
- d Edge beams faceted in plan, double-tapering in section
- e Transfer ring beam (behind wall cladding)
- f Perimeter support column (behind wall cladding)
- g Triangulated roof plates (24 sections), varying thickness according to requirements ($t=10-20\text{mm}$)
- h Faceted collar to support glass block ring ($t=10\text{mm}$)
- i Cantilevering terrace supports (12), tapering chevron section ($t=13\text{mm}$)
- j Terrace support structure, RHS and fabricated curved sections



Gambar 10. Bentuk Struktur Museo Del Acero Horno3



Gambar 11. Konsep Struktur Atap Green Museo Del Acero Horno3

Untuk mengatasi tekuk lokal dan rentang yang bervariasi serta untuk meminimalkan tekanan, ketinggian struktural dan ketebalan pelat disesuaikan secara berulang. Dengan kedalaman lipatan maksimum 1,5m (~5 kaki) pelat baja dapat dijaga relatif tipis, ketebalan bervariasi antara 10 dan 20mm; pelat kolom memiliki ketebalan 13mm. Lipatan tambahan ditambahkan ke geometri di mana peningkatan ketebalan pelat saja tidak akan cukup; balok atau pengaku lebih lanjut tidak diperlukan di seluruh struktur. Saat rentang meningkat, kedalaman lipatan juga meningkat secara bertahap. Ini terlihat jelas dari bawah.



Gambar 12. Proses Pembangunan Museo Del Acero Horno3 [7]

Elemen tambahan dirancang secara independen dari model parametrik, tetapi implikasinya dicatat di dalamnya. 12 kolom pendukung struktural utama misalnya, pada awalnya dianggap sebagai pelat tunggal dengan satu lipatan, tetapi untuk memberikan kekakuan struktural yang diperlukan dan koneksi gerakan di bagian atas, profil multi-faceted dan berongga yang transisi atau 'loteng' dari chevron ke segitiga dikembangkan. Hal ini memungkinkan drainase atap dan alat penyiram yang terintegrasi dengan kolom untuk menjaga bagian bawah bebas dari infrastruktur yang dipasang di permukaan. Untuk menggabungkan pencahayaan arsitektural serta perlengkapan lampu teater untuk panggung, kami merancang boom melingkar: palung dengan lipatan tunggal, kantilever ke dalam dari cincin kolom bagian dalam.

Di dalam cincin tengah kolom dan rangkaian segmen atap yang memancar, ada gaya tekan yang mendorong ke perimeter. Gaya-gaya ini diimbangi oleh sistem cincin tegangan tertutup yang bekerja karena sifat melingkar atap, yaitu struktur berada dalam kesetimbangan.



Gambar 13. Atap Green pada Museo Del Acero Horno3

Penggunaan atap green (ekstensif dan intensif) di atas museum - yang terdiri dari sistem atap terbesar di Amerika Latin - membantu mengurangi dampak visual dari bangunan baru. Tungku yang ada naik dari bidang tanah yang baru dibuat ini. Di atap yang lebih tinggi, berbagai sedum toleran kekeringan telah diatur sesuai dengan pola atap struktural arsitektur baru, dan terkandung oleh apa yang tampak seperti cakram baja mengambang. Dek pengamatan melingkar memungkinkan pengunjung untuk menikmati hamparan lanskap regional di sekitarnya, termasuk Sierra Madres yang jauh, yang digaungkan dalam bentuk gundukan atap. Di bawah ini, Alfombra verde (selimut hijau) padang rumput tinggi yang tidak terlalu dibatasi abstraksi lanskap asli menciptakan hubungan dengan konteks pra-industri lanskap yang berfungsi sebagai bioremediasi untuk tanah yang terdegradasi dan meningkatkan manfaat termal untuk struktur baru.

Prinsip-prinsip keberlanjutan adalah inti dari desain lansekap Museo Del Acero Horro3. Dengan menggunakan kembali artefak industri yang ditemukan dengan cermat dan menggabungkan teknologi hijau baru yang bekerja bersama dengan arsitektur dan lanskap yang lebih besar, para desainer telah menciptakan ruang pameran luar ruangan yang menafsirkan penggunaan bersejarah daerah tersebut sambil merayakan peluang artistik untuk masa depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Struktur atap green dengan teknologi ramah lingkungan, untuk Indonesia masih jarang ditemukan. Hal ini disebabkan oleh masih membutuhkan anggaran yang besar. Di Amerika Utara, sebuah industry Klima Roof sudah terkenal dan telah memperkenalkan solusi atap green yang hasilnya sudah dirasakan. Ini terbukti adanya bangunan-bangunan yang atapnya sudah dijadikan taman dan sangat indah untuk di lihat dan menyehatkan bagi mata.

Proses sistem struktur dan konstruksi yang di terapkan pada bangunan Museo Del Acero di Monterrey Meksiko juga menunjukkan bahwa dalam perencanaan perlu tim yang solid yang saling mendukung. Teknologi semakin berkembang, maka perlu penyesuaian dengan melihat kota-kota yang semakin maju, dunia digital semakin ditekuni sehingga dapat membantu mempercepat pembangunan yang betul-betul ramah dengan lingkungannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2022). *Green Roof* (online), PT. Properti Solusi Manajemen. (<https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti>), di akses Desember 2022
- Breuning J. (2021). *Green Roof Systems All Under One Roof* (<https://greenrooftechnology.com>)
- Christian H. D. (2010). *Folded Plate Structures*. Grimshaw. (<https://grimshaw.global/journal>)
- Conner L. (2022). *The Art of Creation: Up on the Rooftop. The Ecological Disciple*. (<https://www.ecodisciple.com/blog>)
- James L. (2012). *Museo del Acero Horro3. Landscape Architecture, Volume 5, Number 3. Architype Review*. (<https://architypereview.com>)
- Setiawan E. (2021). Kamus Besar Bahasa Indonesia, edisi III. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa (online), (<https://kbbi.web.id/>) di akses Desember 2022
- Tarmizi. (2020). Inspirasi Atap Hijau yang Asri dan Menakjubkan. PT. Tritama Gemilang Sukses. (online) (<https://www.arsitag.com>)