

PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR BERKELANJUTAN PADA DESAIN MUSEUM KRISIS IKLIM DI JAKARTA

Syafira Nur Annisa, Untung Joko Cahyono, Amin Sumadyo

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

firannisasyafira@student.uns.ac.id

Abstrak

Museum Krisis Iklim adalah wadah fisik yang dimaksudkan sebagai sarana edukasi yang berfokus untuk menyebarkan informasi terkait fenomena krisis iklim. Jurnal ini bertujuan untuk menyelaraskan perencanaan dan perancangan Museum Krisis Iklim sebagai wadah edukasi isu krisis iklim dengan penerapan pendekatan Arsitektur Berkelanjutan yang diharapkan dapat menjadi contoh upaya mitigasi dampak krisis iklim dengan meminimalisir sumbangan karbon dalam pembangunannya. Metode perancangan difokuskan pada kesesuaian desain Museum Krisis Iklim dengan prinsip arsitektur berkelanjutan yang mempunyai esensi desain ramah lingkungan dengan penekanan pada penggunaan energi terbarukan. Hasil penerapan terhadap rancangan Museum Krisis Iklim berupa 1) pengelolaan desain massa bangunan sesuai potensi dan karakteristik iklim tapak; 2) struktur dan sistem modular yang fleksibel untuk menunjang tampilan material bangunan dengan tujuan meminimalisir sumbangan karbon; dan 3) penerapan sistem utilitas dengan penggunaan solar panel sebagai sumber energi, penggunaan sistem envelop bangunan dan hvac yang inovatif, serta pemanfaatan Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) sebagai sumber air bersih.

Kata kunci: museum, krisis iklim, arsitektur berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan isu global yang sepatutnya menjadi keprihatinan seluruh lapisan masyarakat dunia selaku penghuni planet bumi. Kehidupan dan mata pencaharian masyarakat di seluruh dunia terancam oleh kelangkaan makanan dan air dan bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim. Menurut data dari Emergency Events Database (EM-DAT), pada tahun 1995-2015 sebanyak 90 persen bencana terkait dengan iklim telah menewaskan 606.000 orang dan menyebabkan 4,1 miliar orang terluka (CRED, 2015).

Sementara itu, mengutip Renaldi (2019) untuk Vice, sejak tahun 2009 petani Indonesia kesulitan mengandalkan prediksi cuaca karena sering terjadi anomali pada cuaca. Akibatnya, gagal panen cukup umum terjadi di seluruh negeri. Tidak ada studi yang meneliti kerugian yang ditimbulkan akibat gagal panen di Indonesia secara keseluruhan, tetapi menurut laporan Tempo, gagal panen di Jawa Timur menyebabkan kerugian sebesar Rp 3 triliun (\$ 208 juta USD) pada tahun 2011.

Dikutip dari The Jakarta Post, sebanyak 18% masyarakat Indonesia yang disurvei dalam survei 23 negara pada tahun 2019 yang dilakukan oleh YouGov-Cambridge Globalism Project setuju dengan pernyataan bahwa iklim sedang berubah “tetapi aktivitas manusia tidak bertanggung jawab sama sekali”, sedangkan enam (6) persen lainnya percaya bahwa iklim tidak berubah sama sekali. Seperempat orang Indonesia mengatakan manusia paling bertanggung jawab atas perubahan iklim, sementara 29% percaya bahwa faktor lain juga berperan. 21% responden lainnya menjawab dengan mengatakan tidak tahu. Delapan persen orang Indonesia mengatakan pemanasan global yang disebabkan oleh manusia adalah tipuan dan bagian dari teori konspirasi (Heriyanto, 2019).

Menurut Renaldi (2019), media cenderung lebih fokus pada berita politisi dan debat agama, sehingga isu lingkungan biasanya tidak mendapat sorotan. Pada kenyataannya, kebutuhan untuk

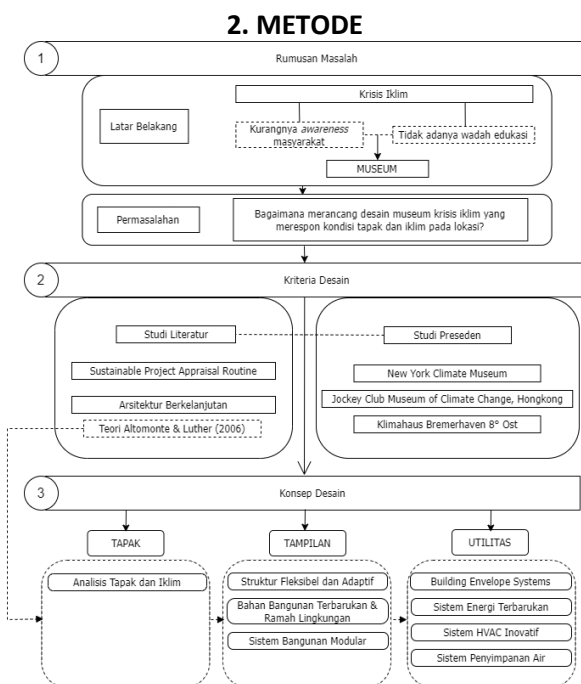
mendorong pemerintah untuk secara serius mengurangi emisi karbon tidak banyak dibahas (Passmore, 2017).

Niken Sakuntaladewi dalam laporan Renaldi (2019), mengemukakan bahwa meski masyarakat Indonesia benar-benar mengalami dampak perubahan iklim, banyak dari mereka yang belum begitu paham apa itu perubahan iklim atau pemanasan global. Yuyun Harmono, Manajer Kampanye Iklim Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI), mengatakan akar masalahnya adalah kurangnya pendidikan tentang masalah lingkungan di sekolah.

Menilik tantangan dalam penyebaran informasi terkait isu krisis iklim, dapat disimpulkan bahwa ruang fisik yang mewadahi transfer pengetahuan atau komunikasi mengenai kompleksitas perubahan iklim ekstrim sehingga menjadi suatu krisis yang tanpa masyarakat sadari merupakan fenomena yang dipengaruhi dan mempengaruhi kehidupan mereka. Museum Krisis Iklim sebagai wadah transfer keilmuan mengenai penyebab, dampak, solusi, hingga simulasi skenario terkait krisis iklim dengan media yang rekreatif dapat menjadi solusi yang mempermudah masyarakat luas memahami bagaimana posisi mereka dalam fenomena krisis iklim.

Data dari UN Global Report 2017 menyebutkan setiap tahunnya sektor bangunan berkontribusi sebesar 28% dari energi untuk memanaskan, mendinginkan, serta memberi daya untuk mendukung operasional bangunan dan 11% *embodied energy* dari material bangunan dan konstruksi dengan total 39% penghasil emisi karbon secara global. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi karbon dan menurunkan laju kenaikan suhu adalah menerapkan perencanaan desain dengan asas berkelanjutan dengan meminimalisir penggunaan material dengan embodied energy yang tinggi pada bagian konstruksi dan penggunaan *clean energy* untuk bagian operasional.

Sebagai upaya dalam merealisasikan tujuan serta sasaran perencanaan dan perancangan Museum Krisis Iklim sebagai wadah edukasi terkait penyebab, dampak, dan solusi krisis iklim, penerapan teori arsitektur berkelanjutan Altomonte & Luther (2006) diharapkan dapat menjadi contoh upaya mitigasi dampak krisis iklim dengan meminimalisir sumbangan karbon dalam pembangunannya.



Gambar 1
Diagram Tahap Metode Perancangan

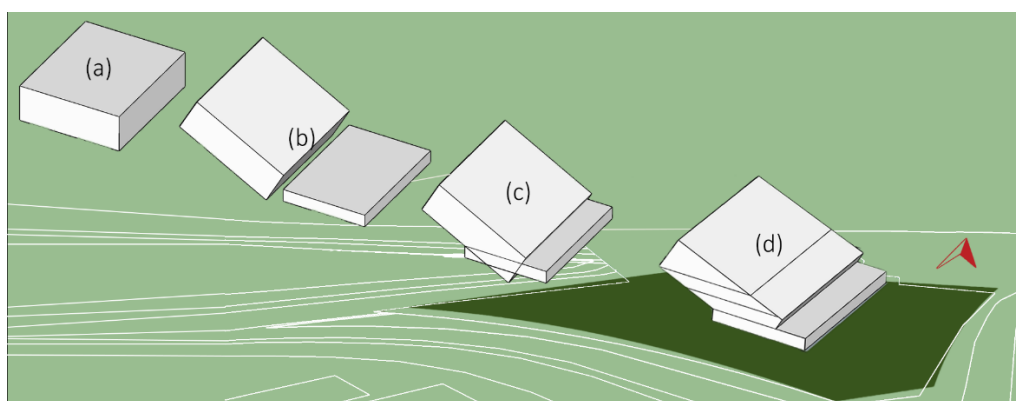
Tahap pertama dilakukan observasi lapangan guna mengidentifikasi masalah. Permasalahan desain adalah bagaimanakah rancangan desain museum krisis iklim yang merespon kondisi tapak dan iklim pada lokasi? Tahap kedua dilakukan studi literatur dan studi preseden untuk menghasilkan solusi berupa kriteria desain yang menjawab permasalahan. Teori Altomonte & Luther (2006) kemudian digunakan sebagai dasar konsep desain sebagai tolak ukur kesesuaian desain Museum Krisis Iklim dengan prinsip desain arsitektur berkelanjutan pada tahap ketiga.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah pembahasan hasil perencanaan dan perancangan Museum Krisis Iklim berdasarkan delapan (8) poin teori Altomonte & Luther (2006) yang dikelompokkan menjadi tiga (3) pokok bahasan:

3.1 Pengelolaan Tapak dan Iklim

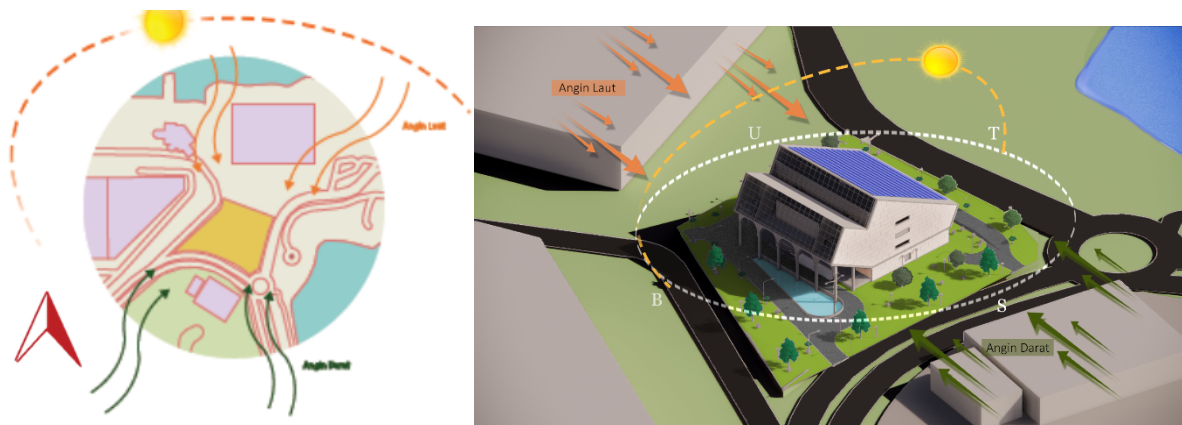
Poin pertama teori Altomonte & Luther (2006) adalah analisis tapak dan iklim. Proses ini terdiri dari pengelolaan tapak berdasarkan kondisi lokasi, keterpaparan sinar matahari, iklim, orientasi, faktor topografi, kendala lokal, dan ketersediaan sumber daya alam. Pengelolaan yang komprehensif akan membantu menentukan 1) penggunaan tapak bangunan yang optimal; 2) lokasi, orientasi, dan ukuran bukaan yang diperlukan untuk pencahayaan alami; 3) lokasi bukaan untuk mendapatkan panas atau untuk mengurangi perolehan panas; dan 4) lokasi bukaan untuk ventilasi alami.



Gambar 2
Respon Desain Massa Bangunan Terhadap Tapak dan Iklim

Berdasarkan kondisi topografi tanah yang cukup datar, tidak diperlukan perlakuan khusus seperti *cut and fill* yang ekstrim karena perbedaan ketinggian yang tidak begitu jauh. Luas penggunaan tapak untuk bangunan yang ditentukan menurut peraturan Kecamatan Pademangan Kota Administrasi Jakarta Utara adalah 1.440 m² dari luas tapak sebesar 4.800 m² dengan KDH sebesar 2.160 m².

Pada gambar 2, rotasi massa (a) terhadap axis x sebesar 25° yang menjadi massa bagian fasad depan bagian gedung (orientasi ke barat) yang direncanakan untuk menampung lantai dua (2) hingga lantai empat (4) adalah upaya untuk memenuhi kebutuhan ruang dan memaksimalkan sudut bagian atap untuk menangkap sinar matahari dengan solar panel (atap surya) sekaligus menciptakan *shading* untuk bagian penerimaan (lobby) dan ruangan yang berada pada jalur matahari bagian barat.



Gambar 3
Analisis Pergerakan Matahari dan Jalur Angin

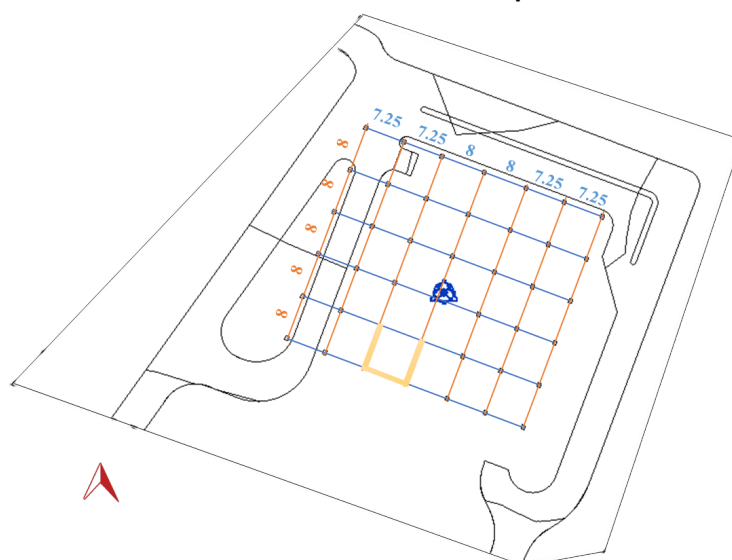
Dapat dilihat pada Gambar 3, pergerakan matahari dari arah timur tapak ke barat menyebabkan pemaparan cahaya matahari secara langsung pada bagian fasad yang menghadap ke arah mata angin barat dan timur. Letak bangunan di sekitar tapak yang cukup berjarak juga meminimalisir pembayangan yang jatuh pada eksisting tapak. Bagian fasad dengan orientasi ke timur yang dibuat miring merupakan respon untuk memaksimalkan sinar matahari yang akan di tangkap oleh solar panel pada atap.

Jalur pergerakan angin laut dan angin darat tersebut akan mempengaruhi penempatan bukaan pada massa bangunan untuk mengakomodasi kebutuhan pendinginan ruang secara alami sebagai upaya meminimalisir penggunaan energi listrik untuk pengoperasian bangunan yang berkelanjutan.

3.2 Tampilan Bangunan

Teori kedua hingga keempat adalah sistem bangunan modular, struktur yang adaptif, dan material ramah lingkungan yang kemudian dikelompokkan menjadi satu bahasan karena ketiga elemen tersebut secara keseluruhan menyusun tampilan massa bangunan. Keseimbangan penerapan ketiga elemen yang menyusun sistem envelop bangunan ini jika diterapkan secara optimal akan mendukung kerja aspek utilitas yang berkelanjutan.

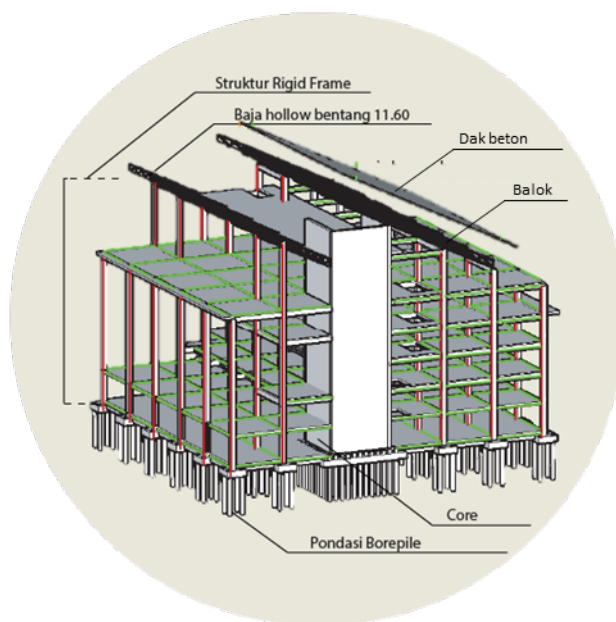
- **Sistem Bangunan Modular & Struktur Fleksibel dan Adaptif**



Gambar 4
Dimensi Modular pada Museum Krisis Iklim

Sistem pembangunan modular merupakan penggunaan prefabrikasi material di pabrik yang kemudian dipindahkan ke lokasi proyek untuk proses pemasangan (*erection*) dengan tujuan meminimalisir waktu pembangunan serta jumlah limbah pada lokasi. Untuk memaksimalkan proses tersebut dilakukan penyederhanaan variabel dimensi modular pada bangunan.

Berdasarkan perhitungan KDB kemudian menyesuaikan bentuk massa dan fungsi bangunan sebagai museum, kolom antar bentang rigid frame sebagai penyalur beban dari super struktur ke sub-struktur akan menggunakan dua jenis dimensi modular pada museum krisis iklim yaitu 8 x 7,25 m untuk fungsi per ruangan dan 8 x 8 m untuk fungsi sirkulasi.



Gambar 5
Struktur pada Museum Krisis Iklim

TABEL 1
OPSI STRUKTUR BANGUNAN MUSEUM KRISIS IKLIM

Struktur		Karakteristik Struktur
Sub-Struktur	Pondasi Borepile	• Mengurangi kebutuhan beton dan tulangan dowel pada pelat penutup tiang (<i>pile cap</i>) • Kedalaman tiang dapat divariasikan • Bored pile dapat dipasang menembus batuan • Tepat untuk tanah berpasir/kurang stabil • Tidak ada risiko kenaikan muka tanah
	Pondasi Tiang Pancang	• Tepat untuk tanah berpasir/kurang stabil • Tanah keras yang mampu memikul beban tersebut jauh dari permukaan tanah • Tepat untuk pembangunan diatas tanah yang tidak rata
Super Struktur	Rigid Frame	• Kaku, stabil • Jangkauan bentang medium maksimal 12 m • Kerangka, struktur yang membutuhkan enclosure • Kompatibel dengan hampir semua jenis sistem atap
	Rangka batang (<i>Truss</i>)	• Stabil, ringan • Rangka metal dapat di recycle • Ruang terbuka yang besar dan luas

Tabel 1 di atas menunjukkan karakteristik beberapa opsi struktur untuk Museum Krisis Iklim. Berdasarkan analisis jenis tanah pada tapak Museum Krisis iklim merupakan tanah lunak dan dengan perkiraan beban bangunan museum dengan ketinggian 4 lantai dengan basement 2 lantai, pondasi yang digunakan pada Museum Krisis Iklim adalah pondasi borepile.

Karena keterbatasan luas lahan dan menyesuaikan kebutuhan ruangan bangunan museum dan juga keputusan untuk menggunakan material dengan jejak karbon serendah mungkin, sistem struktur yang tepat untuk mengakomodasi kriteria tersebut adalah struktur *rigid frame* dengan baja hollow bentang 11,6 m untuk rangka atap bagian depan dan atap dak beton pada fasad tenggara untuk menyangga beban panel surya.

– Bahan Bangunan Terbarukan & Ramah Lingkungan

Analisis material termasuk efisiensi bahan atau produk, standarisasi, kecukupan struktural, kompleksitas, kesesuaian, *embodied energy* (total energi yang dibutuhkan untuk menciptakan, memanen, mengangkut, menggunakan, memelihara dan membuang produk), kemampuan daur ulang (dekonstruksi, kemampuan beradaptasi), dan tingkat toksisitas (limbah, polusi), dll.

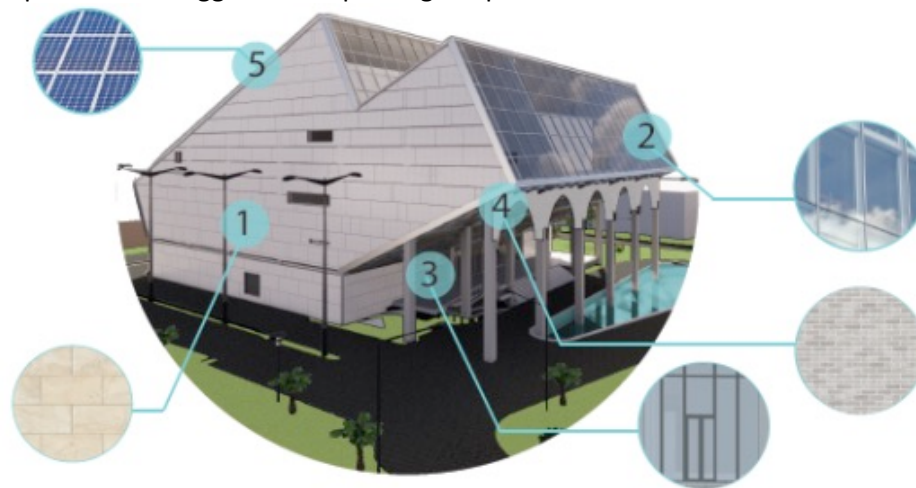
TABEL 2
KOEFISIEN EMBODIED ENERGI PADA OPSI MATERIAL BANGUNAN MUSEUM KRISIS IKLIM

Tampilan Bangunan	Lokasi Material	Opsi Material	CEE (MJ/kg)	Tampilan Bangunan	Lokasi Material	Opsi Material	CEE (MJ/kg)
FASAD	Dinding eksterior (MJ/m ²)	<i>Curtain wall double glazed</i>	842	INTERIOR	Partisi	Bata merah	3
		<i>Curtain wall triple glazed</i>	1.190			Hebel	0,85
	Dinding eksterior	Bata merah	3			Kaca Bening (<i>Float Glass</i>)	15,9
		Hebel	0,85			Kaca <i>Tempered</i>	26,2
	Cladding (MJ/m ²)	ACP	549,1			Gypsum	1,8
		Batu limestone	138,2			Plasterboard	6,75
	Atap	Dak beton In-Situ	1,04			Papan kayu MDF	11
		Beton Pre-cast	0,45			Plywood	15
	Solar panel (MJ/m ²)	<i>Monocrystalline</i>	4.750		Lantai	Granit	11
		<i>Polycrystalline</i>	4.070			Marble	3,3
		<i>Thin Film</i>	1.305			Keramik	12
						Vynil	13,7
						Karpet	74
						Karpet Nilon	23
						Karpet PET	106
				Plafon	Kantor	Plafon GRC	10,4
					Ruang Ekshibisi	Plafon kayu	15

Sumber: BSRIA, 2011

Pada Tabel 2, terdapat opsi material dan material terpilih pada bangunan Museum Krisis Iklim beserta *coefficient embodied energy* (CEE) yang merujuk pada inventoris data dari BSRIA (2011) dengan material terpilih dalam *highlight* warna kuning. Faktor pemilihan material selain dari rendahnya CEE adalah kesesuaian material terhadap fungsi peruangan serta iklim mikro dari lokasi proyek Museum Krisis Iklim.

Sebagai contoh, material terpilih pada dinding eksterior bagian *curtain wall* adalah kaca *double-glazed* yang memiliki nilai CEE lebih rendah dibanding kaca *triple-glazed* karena kaca *double-glazed* dirasa sudah cukup untuk menyaring sinar UV dan retensi panas kaca *double-glazed* lebih rendah sehingga lebih sesuai dengan iklim tropis lokasi bangunan Museum Krisis Iklim. Sedangkan untuk material pada panel surya, panel *monocrystalline* terpilih meskipun memiliki nilai CEE tertinggi dari opsi material panel surya lainnya karena efektifitas material *monocrystalline* terbukti paling tinggi dalam menyerap dan mengubah panas matahari menjadi energi listrik yang merupakan prioritas tertinggi untuk kepentingan operasional Museum Krisis Iklim.



Gambar 6
Material pada Fasad Museum Krisis Iklim

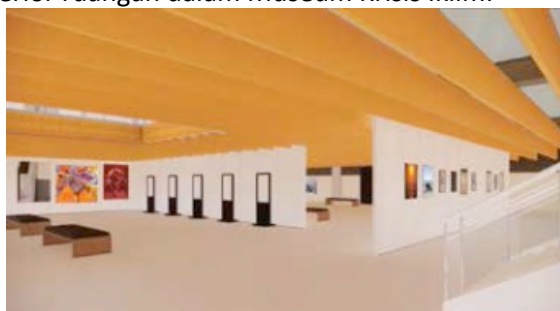
Berdasarkan analisis, berikut adalah material pada fasad bangunan Museum Krisis Iklim seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 di atas:

- 1) Material pada bagian eksterior bangunan adalah cladding batu limestone dengan warna putih tulang dengan undertone kuning gading untuk meminimalisir kotor pada visualisasi tampak eksterior ketika kondisi cuaca yang membawa residu debu dsb.
- 2) Pada fasad bagian belakang (arah mata angin tenggara) dan bagian depan (arah mata angin barat laut) terdapat *curtain wall* dengan material kaca *double-glazed* untuk memfilter sinar matahari dari arah barat dan timur
- 3) Pada fasad bagian depan (arah mata angin barat laut) terdapat ornamen *archway* dari material batu bata yang di cat warna putih gading untuk membingkai dan melengkapi visual dari eksterior museum.
- 4) Pintu masuk utama pada lantai 1 merupakan *curtain wall* yang memberikan visualisasi bagian lobi dan toko souvenir dari bagian luar bangunan museum untuk memberikan kesan menyambut pengunjung.
- 5) Pada atap museum terdapat deretan solar panel untuk menangkap energi matahari yang akan dikonversi menjadi salah satu sumber listrik museum

Berikut adalah material pada beberapa interior ruangan dalam Museum Krisis Iklim:



Gambar 7
Toko Souvenir



Gambar 8
Ruang Ekshibit 1



Gambar 9
Kafetaria



Gambar 10
Auditorium

Dinding bata untuk partisi interior permanen antar ruang dengan pengecualian untuk beberapa ruang seperti toko souvenir yang dibatasi kaca (gambar 7) untuk menarik perhatian pengunjung. Sedangkan partisi lepas digunakan untuk membagi ruang pada ruang-ruang ekshibisi sesuai kebutuhan. Beberapa opsi partisi lepas adalah papan GRC dan papan kayu MDF untuk kebutuhan menggantung objek datar (poster, lukisan) sedangkan untuk keperluan pembatas ruang saja dapat menggunakan tirai poliester berlapis vinil (gambar 8).

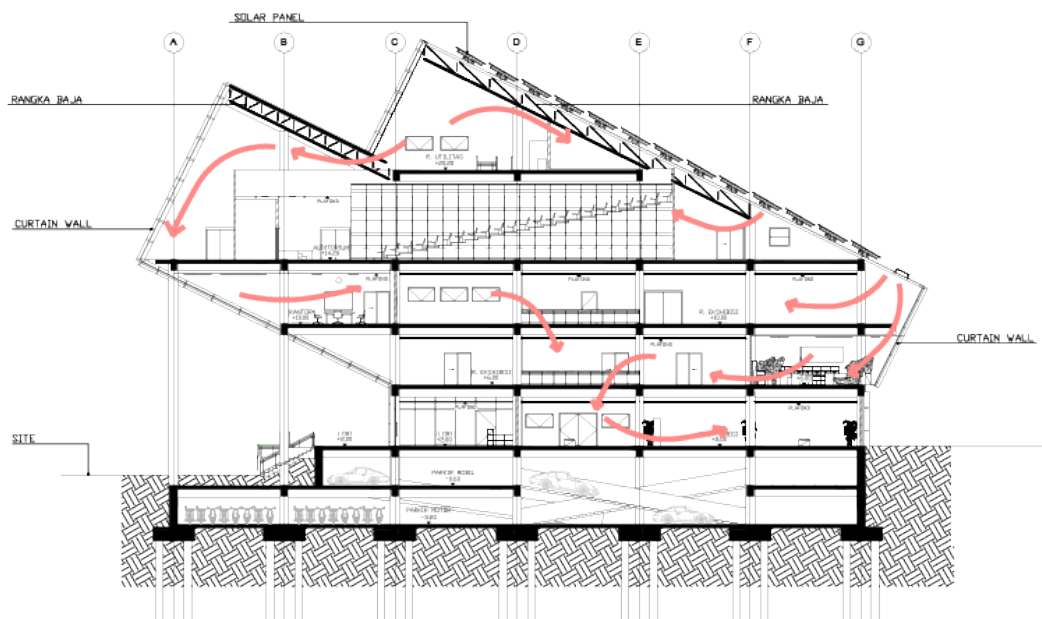
Material lantai menggunakan granit untuk bagian ekshibisi, keramik untuk kafetaria, kantor dll dan karpet untuk auditorium dan ruang theater. Sedangkan untuk material plafon, pada ruang ekshibisi menggunakan bilah kayu ulin dengan jarak untuk menutup pipa maupun kabel namun tetap memberikan akses langsung pada plat lantai atas baik untuk keperluan event (i.e. penggantungan instalasi pada plafon/plat lantai) maupun keperluan maintenance pipa air/kabel (gambar 8).

3.3 Sistem Utilitas

Poin kelima hingga kedelapan adalah sistem selubung bangunan, sistem HVAC yang inovatif, penggunaan energi terbarukan, dan penyimpanan air adalah yang dijadikan satu pokok bahasan karena merupakan satu kesatuan dalam upaya mengedepankan minimalisir sumbangan karbon dalam kegiatan operasional museum yang menunjang kenyamanan penggunaannya.

– **Building Envelope Systems (Selubung Bangunan) & Sistem HVAC Inovatif**

Selubung bangunan adalah segala sesuatu yang memisahkan bangunan internal dari lingkungan eksternal, termasuk atap, pintu, jendela, lantai, dan dinding. Selubung bangunan biasanya dikategorikan sebagai 'ketat' atau 'longgar'. Selubung longgar memungkinkan udara mengalir lebih bebas melalui gedung, sedangkan selubung ketat membatasi udara atau mengontrol bagaimana udara masuk.

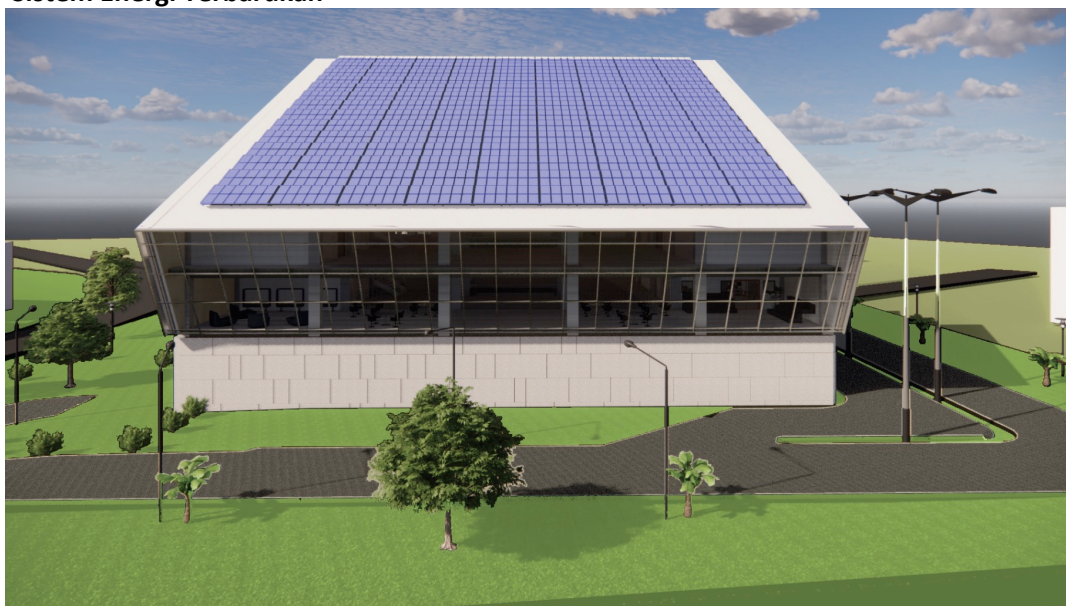


Gambar 11
Diagram Penghawaan Alami pada Museum Krisis Iklim

Jenis selubung bangunan pada Museum Krisis Iklim adalah selubung yang longgar. Hal ini didesain untuk mendukung sistem penghawaan alami melalui ventilasi silang di dalam bangunan museum. Penghawaan alami pada Museum Krisis Iklim akan menggunakan bukaan pada fasad sisi utara dan selatan untuk menangkap angin laut di siang hari dengan void di tengah massa bangunan.

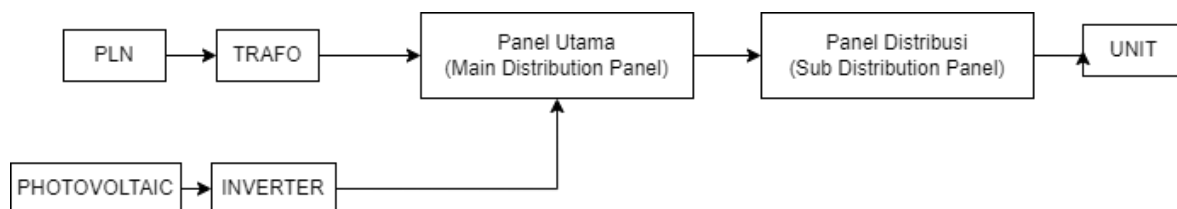
Untuk menekan kebutuhan terhadap energi listrik dan meminimalisir berkontribusi gas rumah kaca sesuai dengan prinsip berkelanjutan terhadap lingkungan, Museum Krisis Iklim membatasi penggunaan AC (*Air Controller*) pada ruangan tertentu seperti ruang film yang membutuhkan kegelapan total sehingga tidak dianjurkan untuk ventilasi secara alami. AC central akan digunakan pada ruang film dan auditorium dan beberapa ruang kantor. Kemudian exhaust fan akan digunakan pada bagian kafetaria dan basement.

– Sistem Energi Terbarukan



Gambar 12
Solar Panel pada Fasad bagian Timur

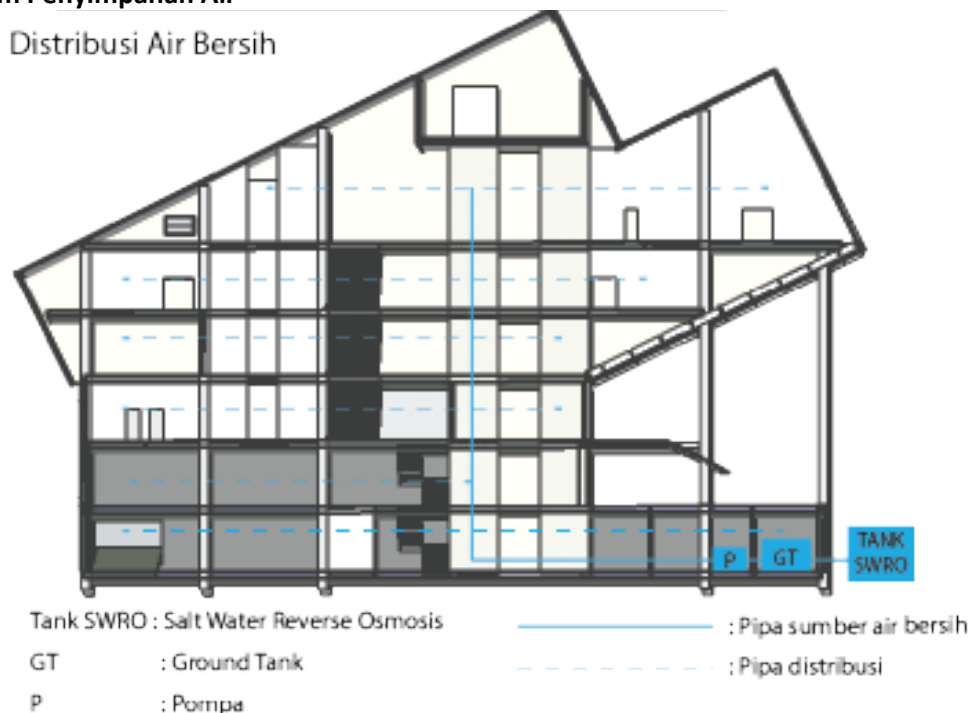
Mengintegrasikan sumber energi terbarukan yang dapat dieksploitasi dengan sedikit atau tanpa dampak ekologis dalam struktur bangunan. Listrik sebagai penggerak hampir segala sistem utilitas yang menunjang kenyamanan dalam beraktivitas dalam bangunan tentunya memakan banyak energi. Dengan mengacu pada konsep arsitektur berkelanjutan sebagai prinsip desain, Museum Krisis Iklim dirancang untuk dapat menerapkan konsep tersebut pada aspek operasionalnya.



Gambar 13
Jalur Distribusi Sumber Listrik

Karena hal tersebut di atas, Museum Krisis Iklim berkomitmen dalam menggunakan panel surya sebagai sumber listrik. Namun, karena keterbatasan luas yang dapat dimaksimalkan pemanfaatannya dalam penempatan panel surya, listrik dari PLN tetap digunakan untuk stabilitas dalam proses operasional museum.

– Sistem Penyimpanan Air



Gambar 14
Distribusi Air Bersih pada Museum Krisis Iklim

Pada kompleks Taman Impian Jaya Ancol terdapat fasilitas desalinasi air laut oleh PT STU dengan sistem *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO) yang mengubah air laut menjadi air tawar atau air bersih. Fasilitas tersebut menghasilkan sebanyak 1.718 m³/hari dan memenuhi sekitar 25% kebutuhan air di area rekreasi Taman Impian Jaya Ancol.

Museum Krisis Iklim menggunakan sumber air dari SWRO dan akan mendistribusikan air bersih hasil desalinasi dengan sistem down feed. Langsung dari fasilitas desalinasi yang berada di selatan

dari lokasi tapak Museum Krisis Iklim, air bersih akan dialirkan ke ground tank sebelum dipompa ke roof tank untuk didistribusikan dengan kekuatan gravitasi. Untuk limbah air akan disalurkan dengan menggunakan sistem drainase tersier selebar ± 70 cm pada eksisting yang telah tertata dengan rapi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesinambungan elemen-elemen dari kedelapan prinsip desain yang disebutkan oleh Altomonte merupakan sebuah upaya untuk mengoptimalkan desain berkelanjutan dalam proses rancangan, pelaksanaan konstruksi serta operasional bangunan sesuai fungsi. Setiap dari elemen yang disebut saling mempengaruhi kualitas atau *value* elemen yang lain.

Terdapat limitasi tapak berupa ketatnya peraturan yang membatasi penggunaan lahan serta lantai bangunan dalam mengakomodasi jumlah proyeksi pengunjung dan kenyamanan dalam beraktivitas sesuai fungsi bangunan museum, hal tersebut berdampak pada bentuk massa bangunan dengan bentuk atap dibuat miring untuk optimalisasi penempatan panel surya.

Kemudian tidak dielakkan bahwa proses penerapan prinsip arsitektur berkelanjutan dalam desain Museum Krisis Iklim dimudahkan karena kuantitas dan kualitas sumber daya lingkungan tapak yang menunjang seperti adanya angin laut yang menunjang penghawaan alami serta minimnya bangunan tinggi di arah timur dari lokasi tapak yang menunjang penyerapan sinar matahari untuk keperluan sumber listrik secara optimal.

Dari delapan (8) prinsip desain arsitektur berkelanjutan oleh Altomonte & Luther (2006), Museum Krisis Iklim menekankan pemakaian energi bersih dari solar panel dan pemakaian air laut untuk keperluan operasional. Museum Krisis Iklim juga menekankan pada minimalisasi penggunaan AC pada ruangan tertentu saja seperti auditorium dan ruang film dan menggunakan ventilasi silang untuk kebutuhan penghawaan alami bangunan. Penggunaan *curtain walls* pada fasad bagian timur dan barat juga diharapkan dapat menekan penggunaan pencahayaan buatan pada siang hari.

REFERENSI

- Altomonte, S. 2009. *Climate Change and Architecture: Mitigation and Adaptation Strategies for a Sustainable Development*. Journal of Sustainable Development, 1(1), 97–112. <https://doi.org/10.5539/jsd.v1n1p97>
- BSRIA. 2011. *Embodied Carbon - The Inventory of Carbon and Energy (ICE)*. University of Bath. Retrieved from <https://greenbuildingencyclopaedia.uk/wp-content/uploads/2014/07/Full-BSRIA-ICE-guide.pdf>
- CRED. 2015. *The Human Cost of Weather-Related Disasters 1995-2015*. The United Nation Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). 3-27. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17677.33769>
- Heriyanto, D. 2019. *One in five Indonesians don't believe human activity causes climate change*. Retrieved from <https://www.thejakartapost.com/news/2019/05/15/one-in-five-indonesians-dont-believe-human-activity-causes-climate-change.html.%0A>
- Passmore, P. S. 2017. *Consequences of communicating climate science online : The effects on young people's reactions to climate science*. University of Exeter. Retrieved from <https://ore.exeter.ac.uk/repository/handle/10871/30021>
- Renaldi, A. 2019. *Indonesia Is Home to the Most Climate Change Deniers in the World*. Retrieved from <https://www.vice.com/en/article/a3x3m8/indonesia-is-home-to-the-most-climate-change-deniers-in-the-world2>