



Architecture – Research Article

Evaluasi Kualitas Lingkungan dengan Pendekatan Arsitektur Ekologis pada Rusunawa Klender

Anis Wulandari, Ramos Pasaribu 

Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Kristen Indonesia, Jl. Mayjen Sutoyo No 2. Jakarta 13630, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: March, 15, 2023
Revised: June 01, 2023
Available online: June 05, 2023

KEYWORDS

Arsitektur ekologis, prinsip-prinsip ekologis, rusunawa

CORRESPONDENCE

Anis Wulandari
E-mail: aniswld912@gmail.com

A B S T R A C T



Rusunawa (Rumah Susun Sederhana Sewa) merupakan bangunan bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan terbagi atas bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horizontal ataupun vertical yang masing-masing dapat disewakan dan digunakan sebagai hunian, yang dilengkapi bagian Bersama, benda Bersama dan tanah Bersama. Di Indonesia pembangunan rusunawa bertujuan memberi hunian layak dan terjangkau bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR). Rumah Susun Klender merupakan salah satu rusun tertua di Indonesia. Rusunawa ini dibangun tahun 1979 sampai 1980-an, rusun mulai dihuni pemiliknya tahun 1984. Seiring berjalannya waktu kondisi rusunawa yang sudah termakan usia mengalami penurunan kualitas bangunan dan lingkungan sudah tidak layak dan tidak sehat seperti awal pembangunan. Pada studi kasus rusunawa klender memiliki permasalahan ekologis baik fisik maupun *non-fisik*, untuk memperbaiki serta meningkatkan kondisi bangunan, sarana pendukung lainnya melalui prinsip-prinsip ekologis. Tujuan penelitian ini untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bangunan serta lingkungan yang lebih sehat dan nyaman dengan menerapkan prinsip-prinsip ekologis.

PENDAHULUAN

Rumah Susun Klender merupakan salah satu rusun tertua di Indonesia. Dibangun tahun 1979 sampai 1980-an, rusun mulai dihuni pemiliknya tahun 1984. Rusun tersebut didirikan seiring dengan rusun Kebon Kacang dan rusun Tanah Abang. Rusun Klender terbagi menjadi dalam 78 Blok, masing-masing blok setinggi 4 lantai, membentang dari ujung Barat ke ujung Timur sepanjang kurang lebih 1.400 meter. Masing-masing blok terdiri 16-24 satuan rumah susun, jadi total 1.282-unit satuan rumah susun (SRS). Bangunan rusun berdiri diatas lahan seluas 61.110-meter persegi, belum termasuk fasilitas jalan, saluran dan sebagainya.

Menurut Ketua Perhimpunan Pemilik dan Penghuni Satuan Rumah Susun Klender (P3SRSK), beliau yang telah tinggal di rusun itu sejak 1989 mengatakan, usia pemakaian yang sudah mencapai puluhan tahun membuat kualitas bangunan rusun

Klender dan sarana pendukungnya makin menurun. Dari sisi lingkungan maupun sarana pendukung sudah tidak seperti kondisi awal, instalasi air bersih hampir tiap minggu ada perbaikan karena mengalami kebocoran. Jaringan pipa yang digunakan saat pembangunan awal menggunakan pipa galvanis yang masa pakainya terbatas. Dari 78 Blok itu, terdapat tiga tipe SRS yaitu tipe tangga dalam atap asbes di blok 1-24, tipe tangga dalam atap dek di blok 25-52 dan tipe tangga luar atap asbes di blok 53-78. Kondisi pada bangunan blok 53-78 memiliki kondisi paling buruk yaitu mengalami degradasi, selain itu blok 21-33 juga rawan terjadi banjir karena poisisinya lebih rendah dibanding blok-blok lainnya.

Sejatinya Rumah susun merupakan hunian dimana kenyamanan dan Kesehatan dapat diperhatikan, berharap adanya revitalisasi yang tidak hanya menyangkut perbaikan bangunan semata, namun peningkatan kualitas kehidupan para penghuni rusun. Salah satu solusi untuk dalam menangani masalah lingkungan dan bangunan yaitu dengan penerapan ekologi arsitektur. Dalam penelitian ini mengidentifikasi apa saja permasalahan



lingkungan fisik sehingga itu menjadi sebuah penurunan kualitas lingkungan dan bangunan pada bangunan Rusunawa Klender.

Ekologi arsitektur ialah sebuah konsep yang menerapkan ilmu lingkungan dan ilmu arsitektur, dapat diartikan sebagai penciptaan lingkungan yang lebih banyak menghasilkan kekayaan alam dan lebih sedikit mengkonsumsi. Orientasi utama membangun dengan memperhatikan keseimbangan lingkungan alam dan lingkungan buatan antara manusia, lingkungan dan bangunan. Prinsip arsitektur Ekologis menurut Heinz Frick yaitu (1) Merespon iklim setempat, (2) meminimalkan penggunaan energi, (3) memanfaatkan material lokal, (4) menyediakan sumber energi, air, pembuangan limbah, (5) penggunaan teknologi yang tepat guna. Arsitektur ekologis meliputi, arsitektur biologis (memperhatikan Kesehatan), arsitektur alternatif (penggunaan material ramah lingkungan), arsitektur matahari (mamanfaatkan energi surya), arsitektur bionik (konstruksi memperhatikan alam), pembangunan berkelanjutan.

Isu ekologis menjadi suatu prinsip yang sering didengungkan dewasa ini oleh para arsitek, Ken Yeang salah satu arsitek pelopor desain hijau berbasis ekologi dalam perkembangan karya-karyanya. Prinsip-prinsip ekologis dijabarkan seperti (1) *No waste no problem*, (2) *A Natural Design System*, (3) *Understanding the ecology of site*, (4) *Designing for the Low Energy System*, (5) *Integration with Nature*.

METODE

Dalam penyusunan penelitian ini, menggunakan metode kualitatif deskriptif berupa pendekatan studi kasus (*case study*), jenis pendekatan ini digunakan untuk menyelidiki dan memahami sebuah masalah yang telah terjadi dengan mengumpulkan data dan pelbagai macam informasi kemudian diolah untuk mendapatkan solusi agar masalah yang diungkap dapat terselesaikan.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan prinsip-prinsip ekologis yang diterapkan oleh Heinz Frick dan Ken Yeang sebagai tolok ukur untuk menganalisa kualitas lingkungan dan bangunan pada Rusunawa Klender, Jakarta Timur.

Merespon iklim setempat

Pengaruh iklim terhadap arsitektur, yang mana bangunan tersebut mampu menciptakan lingkungan yang menyesuaikan kondisi iklim. Aspek-aspek tersebut seperti radiasi matahari, pergerakan udara, kelembaban, curah hujan, dan suhu udara. Faktor-faktor yang mempengaruhi arsitektur ditinjau antara lain:

1. Orientasi Bangunan terhadap lintasan matahari, angin dan jalur jalan;
2. Karakteristik material bangunan;
3. Penerangan sekeliling bangunan;
4. Tinggi bangunan;
5. Elemen hijau (RTH)

Pada studi kasus rusunawa klender, beberapa blok unit masih menggunakan material asbes yang memiliki kekurangan. Asbes memiliki sifat menyerap panas matahari sehingga membuat suhu ruangan dibawahnya menjadi lebih panas. Kekurangan blok 53 menempatkan tangga akses di luar tanpa penutup sehingga sangat mudah terkena curah hujan.



Gambar 1. Blok 53 Rumah Susun Perumnas Klender



Gambar 2. Rumah Susun dengan tipe tangga di luar bangunan

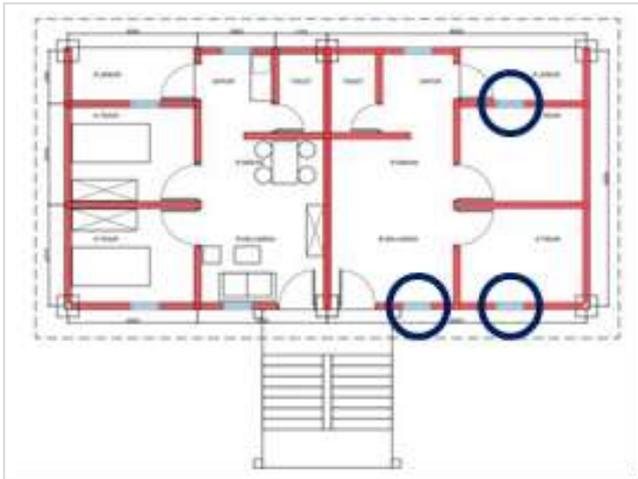


Gambar 3. Penggunaan atap asbes

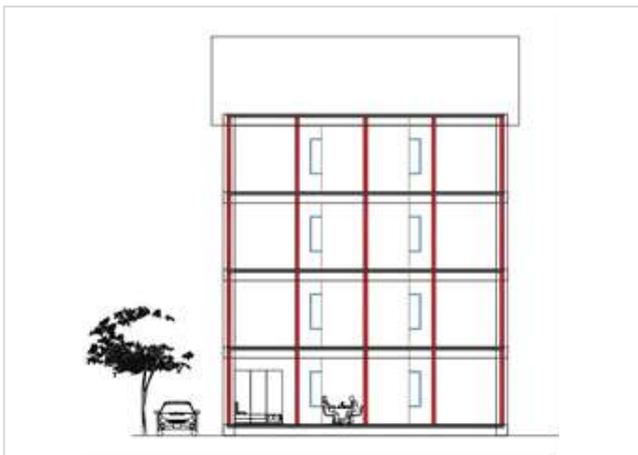
Meminimalkan penggunaan energi

Penggunaan energi merupakan suatu kebutuhan untuk mendukung aktivitas sehari-hari baiknya dalam penggunaannya tidak berlebihan, terlebih energi tersebut tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu dalam merencanakan bangunan dapat mempertimbangkan energi alami. Berdasarkan denah tipe 36A, sangat minim dalam penerapan ventilasi sehingga banyak penggunaan lampu pada siang hari, kurangnya penghawaan

alami menyebabkan penggunaan AC atau Kipas untuk menurunkan suhu ruang dan ini berbanding dengan pemakaian listrik yang aktif pada tiap elektronik. Selain itu, di Rumah Susun Klender belum menerapkan penampungan air hujan, dimana air hujan sebagai salah satu strategi untuk menghemat air. Hasil dari pemanenan air hujan dapat digunakan untuk menyiram tanaman, mencuci mobil dan kegiatan lainnya yang tidak untuk di konsumsi.



Gambar 4. Rumah Susun tipe 36A



Gambar 5. Potongan Rumah Susun tipe 36A

Menyediakan sumber energi, air dan pembuangan limbah

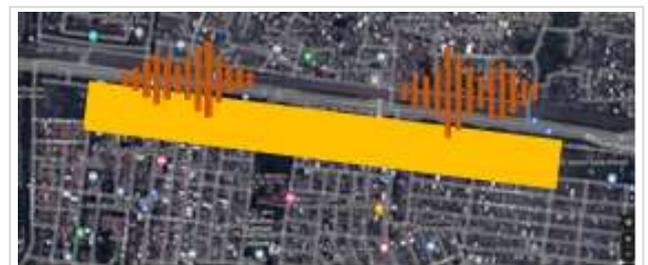
Setiap bangunan harus dapat mendistribusikan sumber air untuk keberlangsungan penghuninya. Selain itu penyediaan fasilitas untuk penyimpanan limbah yang dihasilkan dari aktivitas penghuni. Berdasarkan Analisa kelayak hunian Rumah Susun Klender. Tidak adanya air minum yang aman untuk dikonsumsi penghuni. Menurut Ketua L-PAB (Lembaga Perwakilan Antar Blok) menyatakan permasalahan utama terkait dengan air minum, hal itu terjadi karena panjangnya pendistribusian air minum dari PDAM dari sarusun dialirkan ke tiap rusun (Analisis 2020). Permasalahan sanitasi lainnya seperti kebocoran pipa yang sering dijumpai.



Gambar 6. Pipa air, pipa gas, outdoor AC

Memperhatikan kesehatan

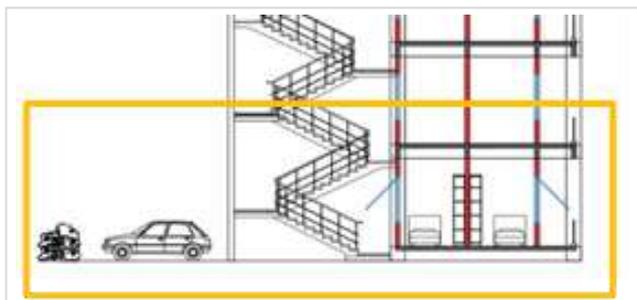
Melalui gambar potongan unit rumah susun tipe 36A area kamar tidur dan ruang keluarga langsung berhadapan dengan ruang luar dan jalan, jendela pada tiap ruang tidak ada barrier. Udara kotor dapat langsung masuk ke dalam ruangan, sehingga tidak ada penangkal atau penyaring udara buruk yang masuk dari arah luar. Kriteria dan tolok ukur menurut GBCI, Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (*Indoor Health and Comfort-IHC*) antara lain, kendali asap rokok di lingkungan, kenyamanan visual, dan tingkat kebisingan. Lokasi tapak Rumah Susun Klender dekat sekali dengan jalan utama Gusti Ngurah Rai, sehingga tingkat kebisingan tinggi. Permasalahan fisik seperti visual pada bangunan juga sudah tidak layak, cat yang sudah mulai mengelupas, atap yang tidak layak sangat terlihat bangunan sudah termakan usia.



Gambar 7. Lokasi tapak Rusunawa Klender



Gambar 8. Kondisi Rusunawa Klender



Gambar 9. Jendela yang langsung mengarah ke area luar

penghawaan alami kedalam bangunan penerapannya dapat melalui *vertical landscape* atau material lainnya. Seperti hal jika jendela yang menghadap sisi timur dan barat dapat berperan sebagai *sun shading*. Untuk studi kasus Rumah Susun, tidak ada penerapan *vertical landscape* ataupun penyekat.



Gambar 11. Penggunaan jendela di Rusunawa Klender



Gambar 10. Tangga akses berhadapan dengan pintu masuk unit

Penggunaan teknologi

Penggunaan teknologi memiliki peran penting dalam membantu menghemat energi sekaligus menyimpan cadangan energi yang didapat dari energi alami. Di Rumah Susun Klender tidak ada energi alternatif selain dari energi buatan.

A natural design system

Prinsip ini menerapkan *landscape* sebagai *transitional space* atau penyekat untuk pengoptimalan pemanfaatan cahaya dan



Gambar 12. Tampak bangunan Rumah Susun Klender

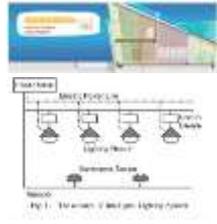
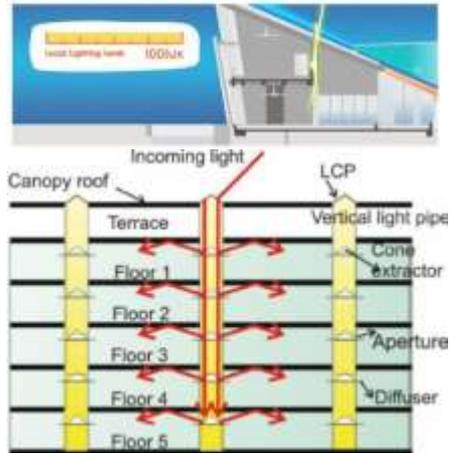
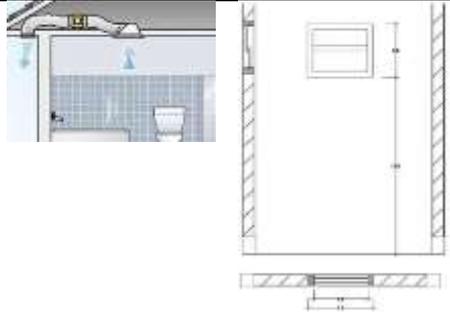
Permasalahan, solusi, fungsi, teknologi aktif dan pasif

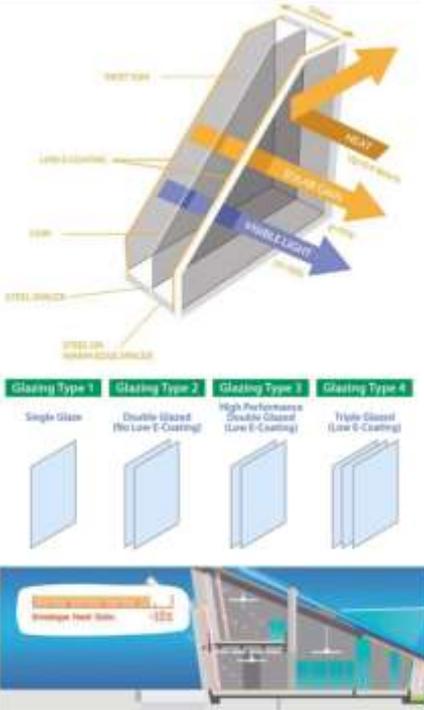
Tabel 1. Analisis permasalahan, solusi, fungsi, dan teknologi

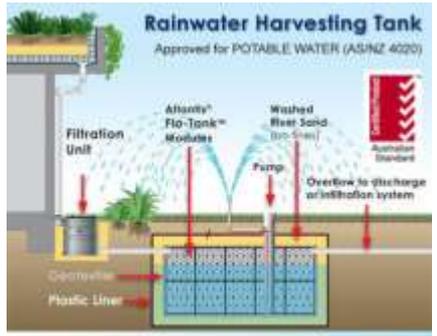
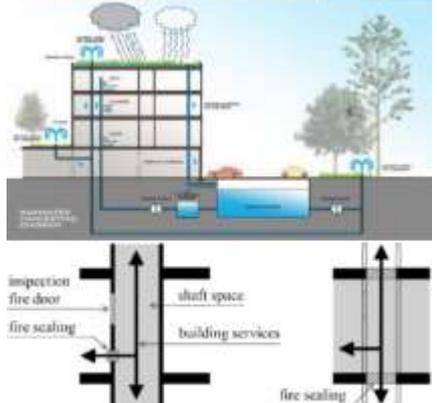
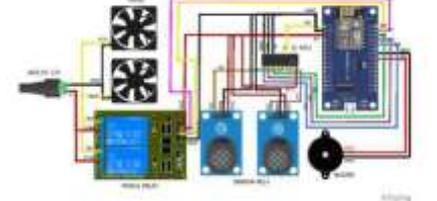
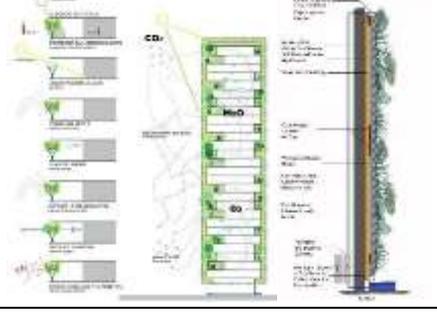
Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
Minim ventilasi	<i>High volume low speed fans</i>	<i>Cross ventilat d layout</i>	a. Mendinginkan penghuni secara langsung melalui bantuan gerakan udara yang membantu penguapan, yang menghasilkan suhu yang lebih rendah; b. Kipas berkecepatan	Tata letak flat terbuka mengurangi hambatan pada jalur udara utama.	Kipas bervolume tinggi dan berkecepatan rendah diperkirakan mengurangi konsumsi energi pendinginan sekitar 14%.	Tata letak lintas ventilasi diperkirakan telah mengurangi kebutuhan AC hingga lebih dari 34%.



Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
			rendah menggunakan lebih sedikit energi daripada unit pendingin mekanis.			
	<i>High temperature cooling system</i>	<i>Wind catchers</i>	<p>a. Memisahkan proses dehumidifikasi pengering dari pendinginan untuk mencegah pendinginan berlebihan;</p> <p>b. Perpindahan pendinginan dibawah lantai memanfaatkan konveksi alami untuk sirkulasi udara dingin;</p> <p>c. Pemancar sinar pendinginan sangat hemat energi.</p>	<p>Angin di atas atap ditarik ke tengah bangunan. Meningkatkan potensi ventilasi alami untuk area yang paling jauh dari jendela.</p>	<p>Di ruang bawah tanah roda pengering menangani proses dehumidifikasi secara terpisah dari pendinginan, alih-alih mendinginkan udara suplai secara berlebihan seperti pada sistem AC konvensional. Menggunakan sistem pendingin suhu tinggi diperkirakan dapat mengurangi konsumsi energi pendinginan sekitar 15%.</p>	<p>Sensor mengumpulkan data lingkungan yang relevan tentang suhu internal CO₂, pergerakan angin dan kelembapan untuk sistem manajemen gedung yang mengontrol peredam. Mode kontrol manual juga tersedia. Penangkap angin diperkirakan dapat meningkatkan kecepatan udara sekitar 25%.</p>
			<p>a. Udara segar diambil dari area lanskap untuk prapendingin oleh massa bumi;</p> <p>b. Ini mengurangi beban pendingin.</p>		<p>Tabung pendingin bumi diperkirakan mendinginkan suhu udara segar sekitar 5 derajat Celcius.</p>	   
Minim pencahayaan	<i>Intelligent lighting management</i>	<i>Light shelves</i>	Dikelola oleh sistem terpusat, dengan opsi pengesampingan manual.	a. <i>Shading</i> perimeter zone dan mendistribusikan siang hari ke zona pusat;	Manajemen pencahayaan cerdas diperkirakan menghemat sekitar 28% dari konsumsi energinya.	<i>Light shelf</i> memiliki sistem cermin yang membelokkan sinar matahari langsung ke langit-langit, menerangi area sekitarnya sambil

Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
				b. Langit-langit tanpa memproyeksikan balok untuk meningkatkan pantulan cahaya internal.		melindungi dari silau langsung dari matahari. <i>Light shelf</i> diperkirakan telah meningkatkan tingkat pencahayaan alami rata-rata sekitar 50 lux.
			a. Menangkap sinar matahari langsung melalui kubah di atap dan membelokkannya melalui tabung yang sangat reflektif; b. Memberikan cahaya sepanjang hari tanpa silau atau menggunakan tenagar listrik.			Pipa lampu diperkirakan telah meningkatkan tingkat pencahayaan lokal sekitar 100 lux.
Tidak ada ventilasi pada toilet	Penggunaan <i>exhaust fan</i>	Boven, jendela atau kisi-kisi	Menghisap udara kotor, baru dan mengeluarkannya.	Pertukaran sirkulasi udara.		
Pemakaian atap asbes, penggunaan material yang tidak ramah lingkungan	<i>Heat reflecting shades</i>		a. Lembaran aluminium di satu sisi memancarkan panas radiasi yang diserap sambil memungkinkan difus cahaya; b. Dikendalikan secara manual oleh penghuni untuk memantulkan panas matahari.			Nuansa pemantul panas diperkirakan mengurangi perolehan panas selubung di area terpasang sekitar 8%.
	<i>Insulated roof</i>		a. <i>Insulated roof</i> dengan <i>glass insulation cellular</i> ; b. 85% atao dinaungi oleh panel PV;			Atap menerima radiasi matahari terkuat. Atap berinsulasi diperkirakan dapat

Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
			c. 15% dari atap ditutupi oleh atap hijau		memotong selubung perolehan panas sekitar 18%.	
	<i>High performance glazing</i>		<i>Insulated glazed</i> unit dengan emisivitas rendah dengan nilai transmisi termal rendah, koefisien naungan rendah, dan transmisi cahaya visual yang relatif tinggi.		Pelapis kaca berkinerja tinggi diperkirakan mengurangi perolehan panas selubung sekitar 15%.	
	<i>Solar control (active skylight)</i>		<p>a. Sirip pelindung bergerak yang dapat disesuaikan memotong sinar matahari langsung pada sudut matahari yang berbeda;</p> <p>b. Sirip dikendalikan oleh perangkat lunak dan sensor komputer;</p> <p>c. Cahaya yang dipantulkan disebarkan ke interior sesuai kebutuhan.</p>		<i>Skylight</i> aktif diperkirakan mengurangi perolehan panas sekitar 64%, dibandingkan dengan <i>skylight</i> tanpa naungan.	

Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
						
Tidak ada sistem penampungan air hujan	Penapan <i>rainwater harvesting</i>		Penampungan air sebagai bentuk alternatif dalam penggunaan air untuk kebutuhan <i>maintenance</i> .		<p><i>Rainwater harvesting tank</i></p> 	
Sanitasi terkait kebocoran pipa, tidak ada jalur khusus pipa	Memberikan <i>shaft space</i> sebagai jalur pipa		Memudahkan dalam perawatan dan deteksi kebocoran.			
Tidak ada <i>barrier</i> terhadap udara luar dan asap rokok	<i>Microcontroller</i>		Sebagai sistem kendali pembuangan asap rokok berdasarkan kuantitas volume asap		<p>Teknologi ini mendeteksi lalu dibuang melalui fan dan atap otomatis.</p> 	
	<i>Vertical landscape and facade</i>		<p>a. <i>Vertical garden</i> akan menyaring pergerakan debu dan partikel kotor agar tidak masuk ke dalam bangunan;</p> <p>b. Menyerap polusi, baik untuk manusia yang terkena asma, hal ini disebabkan <i>vertical garden</i> yang menyerap partikel kotor dan menyaring debu;</p> <p>c. Mendinginkan suhu ruang dengan menurunkan temperatur.</p>			
Tidak ada penerapan energi	<i>Photovoltaics</i>		a. Panel PV <i>silicone polycrystalline</i> dipasang di atap;		<p>Panel fotovoltaik diperkirakan menghasilkan sekitar 57% dari kebutuhan energi. Selain sinar matahari langsung dan menyebar, sel</p>	

Permasalahan	Solusi		Fungsi		Teknologi	
	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif	Aktif	Pasif
alternatif dan <i>renewable energy</i>			<p>b. <i>Building integrated photovoltaics</i> (BIPV) digunakan untuk atap dek observasi;</p> <p>c. Silinder CIGS terintegrasi dalam instalasi <i>Air-Tree</i> untuk menangkap sinar matahari langsung, tersebar dan terpantul.</p>		<p>surya pada tabung silinder juga menangkap sinar matahari yang dipantulkan dari tanah atau atap, yang biasanya terbuang sia-sia dalam instalasi tipe panel.</p>	
	<i>Biodiesel Tri-generation</i>		<p>a. Biodiesel dibuat dari minyak jelantah, mengubah limbah menjadi energi;</p> <p>b. Pabrik tiga generasi menghasilkan listrik dan panas untuk mendinginkan dehumidifikasi pengering;</p> <p>c. Menggunakan biodiesel yang diproduksi secara lokal untuk mengurangi konsumsi energi transportasi.</p>		<p>Sistem tiga generasi biodiesel diperkirakan memasok lebih dari 129% kebutuhan energi.</p>	

KESIMPULAN

Rumah Susun Klender salah satu rusun tertua di DKI Jakarta telah dihuni selama kurang lebih 38 tahun. Berdasarkan analisa di atas terkait kualitas lingkungan dan bangunan melalui prinsip-prinsip ekologis dapat disimpulkan bahwa mengalami penurunan kualitas lingkungan sejak dibangun, hal tersebut dibuktikan oleh kondisi fisik bangunan, lingkungan dan pengelolannya. Dari 7 kriteria ekologis ditemukan 8 permasalahan, dapat diartikan bahwa kualitas Rumah Susun Klender perlu perbaikan. Tidak terdapat ventilasi dalam toilet dapat mengaplikasikan *exhaust fan* atau boven sebagai penghawaan dalam pertukaran udara, penggantian material atap yang lebih merespon terhadap panas matahari. Pangaplikasian shading façade sebagai barrier dari luar ruangan selain itu menambahkan elemen *vertical landscape* yang bisa berperan dalam mengurasi polusi asap, udara serta kebisingan. Pemanfaatan teknologi seperti *photovoltaic* juga dapat membantu mengurangi penggunaan energi buatan dan pemanfaatan energi surya sebagai bentuk energi alternatif, selain itu penerapan tanki penampungan air hujan dapat mengurangi penggunaan air bersih untuk kebutuhan pemeliharaan dan perawatan. Melalui solusi desain aktif maupun pasif dapat meningkatkan kembali kualitas lingkungan, bangunan Kesehatan dan kenyamanan penghuni tanpa harus

merusak lingkungan. Dengan demikian keselarasan terhadap prinsip arsitektur ekologis dapat terbangun.

REFERENSI

- A Alfatihaah Muhammad Syafiqha, Permasasarai Mahariani Dian, Sudrajat Alia Gita, Kurniatillah Aniq, Shavira Mirza Hasna, Afiff Diza Khadijah. 2021. Modular Vertical Garden Sebagai Solusi Praktis Urban Gardening Institut Teknologi Nasional. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 5 (3): 2.
- Baskara, Muhammad, Farras. Sari, Yeptadian. 2020. Penerapan Ekologi Arsitektur pada Bangunan AEON Mall dan Binatro Jaya Exchange. *Jurnal LINEARS*. 3 (2): 79-87.
- cic.hk. Zero Carbon Design Strategy. 2016. (diakses pada 28 Maret 2023). https://www.cic.hk/ideisplay/m/en/zero_carbon_design_strategy/game3231_sideview.aspx?m_usic?public
- Disperkim Kota Pangkalpinang. Profil Rusunawa. (Diakses 27 Maret 2023). https://disperkim.pangkalpinangkota.go.id/profil_rusunawa/#:~:text=Rumah%20Susun%20Sederhana%20Sewa%20atau,dapat%20disewa%20dan%20digunakan%20secara
- Febrina, R. D. 2022. Evaluasi Rumah Susun Klender Berdasarkan Kriteria Layak huni. *Jurnal Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota*. 11 (2): 77-84.
- gbcindonesia.org. Ringkasan dan Kriteria Tolok Ukur. April 2013. (Diakses 30 Maret 2023).

- https://gbcindonesia.org/files/resource/9b5528_32-b500-4b73-8c0e-acfaa1434731/Summary%20GREENSHIP%20New%20Building%20V1.2.pdf
- irbnet.de. Achieving Zero Carbon for Buildings in Densely Populated City and Subtropical Climate. Sustainable Building 2013 Hong Kong Regional Conference Urban Density & Sustainability. 12-13 September 2013. (Diakses 30 Maret 2023). https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC26570.pdf
- Jerobisonif, Aplimon. Sarwadi, Ahmad. 2011. Aplikasi Desain Ekologis dalam Karya Arsitektur Ken Yeang. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/50608>.
- Penalaran-unm.org. Metode Penelitian Kualitatif dengan jenis Pendekatan Studi Kasus. 12 November 2016. (Diakses 28 Maret 2023). <https://penalaran-unm.org/metode-penelitian-kualitatif-dengan-jenis-pendekatan-studi-kasus/>
- Sarumaha, Mowa'a. 2019. Rancangan Sistem Kendali Pembuangan Asap Roko di Ruang Tunggu Menggunakan Mikrokontroler. *Skripsi*. Medan: Universitas Medan Area.
- varming.ie. The Difference Between Passive and Active Design. 20 Agustus 2018. (Diakses 30 Maret 2023). <https://www.varming.ie/blog/the-difference-between-passive-and-active-design>
- wartakota.tribunnews.com. Warga Khawatir Rusun Renta bawa petaka. 19 Oktober 2017. (Diakses 27 Maret 2023). <https://wartakota.tribunnews.com/2017/10/19/warga-khawatir-rusun-renta-bawa-petaka?page=all>